

**Bestimmung von Normwerten von Uterus und Ovarien
in der Magnetresonanztomographie in Abhängigkeit
von Alter und Zyklusphase gesunder Probandinnen**

Mgr (PL). Hanna Zofia Libera, geb. Marcinek

2006

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus dem Institut für Diagnostische und Interventionelle
Radiologie und Neuroradiologie

**Bestimmung von Normwerten von Uterus und Ovarien in der Magnet-
resonanztomographie in Abhängigkeit von Alter und Zyklusphase
gesunder Probandinnen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin
durch die Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von:

Mgr (PL). Hanna Zofia Libera, geb. Marcinek

aus Poznan (Posen) / Polen

2006

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. rer. nat. K.-H. Jöckel

1. Gutachter: Herr Univ.-Prof. Dr. med. M. Forsting

2. Gutachterin: Frau Priv.-Doz. Dr. rer. nat. R. Grümmer

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 2007

Die Inhalte dieser Doktorarbeit waren Gegenstand nachfolgender Publikationen:

Hauth EA, Jaeger H, Libera H, Lange S, Forsting M (2006):

MR imaging of the uterus and cervix in healthy women: Determination of normal values.

European Radiology. May 16 [Epub ahead of print]. DOI 10.1007/s00330-006-0313-3.

Hauth EA, Jaeger HJ, Libera H, Lange S, Forsting M (2006):

MR imaging of the ovaries in healthy women: Determination of normal values. Acta Radiologica. In print.

Hauth EA, Libera H, Kimmig R, Forsting M (2006):

Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckens zur Beurteilung des Endometriums unter Tamoxifentherapie.

Fortschr Röntgenstr. 178, 316-323.

Inhaltsverzeichnis

Kap.		Seite
1.	Einleitung	6
1.1	Ovarien	6
1.1.1	Das Ovarialkarzinom.....	6
1.1.2	Anatomie der Ovarien	6
1.1.3	Untersuchungsmethoden	8
1.2	Uterus	10
1.2.1	Anatomie des Uterus	10
1.2.2	Untersuchungsmethoden	10
2.	Zielsetzung	12
3.	Material und Methoden	13
3.1	Probandinnen.....	13
3.2	MRT-Untersuchung.....	14
3.2.1	Grundlagen des MRT-Prinzips.....	14
3.2.2	Aufbau des Magnetresonanztomographen	16
3.2.3	Vorbereitungen zur MRT des Beckens	17
3.2.4	Technik zur MRT des Beckens	18
3.3	Interpretation des Bildmaterials	21
3.3.1	Ovarien	21
3.3.2	Uterus	22
3.4	Verlaufskontrollen.....	25
3.5	Statistische Auswertung	26
3.5.1	Auswertung Ovarien.....	26
3.5.2	Auswertung Uterus.....	26
4.	Ergebnisse	28
4.1	Ovarien	28
4.2	Uterus	49

Kap.		Seite
5.	Diskussion	70
5.1	Ovarien	70
5.2	Uterus	75
6.	Zusammenfassung	80
7.	Literaturverzeichnis	81
8.	Abbildungsverzeichnis	93
9.	Tabellenverzeichnis	95
10.	Anhang	96
10.1	Antrag an die Ethik-Kommission	96
10.2	Information und Einverständniserklärungen der Probandinnen	107
11.	Danksagung.....	115
12.	Lebenslauf	116

1. Einleitung

1.1 Ovarien

1.1.1 Das Ovarialkarzinom

Das Ovarialkarzinom ist in Westeuropa und USA der dritthäufigste maligne Tumor des weiblichen Genitaltrakts [Runnebaum et al. 1998, Scharf et al. 2002]. Für den Bereich der Europäischen Union geht man von 15-20 Neuerkrankungen/100.000/Jahr, entsprechend ca. 30.000-35.000 Neuerkrankungen aus. In der Rangfolge aller Karzinome der Frau liegt das Ovarialkarzinom damit an 5. Stelle der Neuerkrankungen [Runnebaum et al. 1998]. Das mittlere Alter bei Diagnosestellung beträgt 58 Jahre. Etwa 90 % der Diagnosen werden nach dem 40. Lebensjahr gestellt. Das Ovarialkarzinom führt die Todesursachenstatistik der gynäkologischen Karzinome in der westlichen Welt an [Scharf et al. 2002]. In Deutschland sterben pro Jahr etwa 7000 Frauen an einem malignen Ovarialtumor [Scharf et al. 2002].

Das Ovarialkarzinom bleibt während seiner Entwicklung lange symptomarm und wird in ca. 70 % der Fälle erst im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung (III oder IV) diagnostiziert [Scharf et al. 2002]. Die 5-Jahresüberlebensrate beträgt im Stadium I 89 %, im Stadium II 57 %, im Stadium III 24 % und im Stadium IV 11 % [Runnebaum et al. 1998]. Diese Beobachtungen führen zu dem Bedarf an Suchstrategien, um die Erkrankung in einem frühen, prognostisch und therapeutisch günstigeren Entwicklungsstadium zu erkennen und damit die Mortalität zu senken [Sparks et al.1991].

1.1.2 Anatomie der Ovarien

Das Ovar, ein paarig angelegtes, intraperitoneal gelegenes Organ, hat eine generative, der Fortpflanzung dienende und eine vegetative, der Hormonproduktion dienende Funktion. Seine Größe ist abhängig von Alter und Zyklus-

phase der Frau und von der Zufuhr endogener und exogener Hormone. Sein Gewicht beträgt 0,25 g bei der Geburt, 2 g vor der Pubertät und erreicht in der Pubertät ein Maximalgewicht von 4 g [Benninghoff et al. 1979]. Das Ovar liegt in halber Höhe an der Seitenwand des kleinen Beckens auf dem Musculus obturatorius internus in der Fossa ovarica [Fritsch und Kühnel 2005].

Die Begrenzungen bilden die Bifurkation der Iliakalarterien und nach dorsal die Ureterfalte. Der untere Ovarpol ist durch das Ligamentum ovarii proprium, in welchem der Ramus ovaricus der Arteria uterina verläuft, mit dem Uterus-Tuben-Winkel verbunden. In Abhängigkeit der Mobilität der Ovarien, die einerseits mit der Länge des Ligamentum suspensorium ovarii zusammenhängt, kann sich ihre Lage im Becken verändern und eine Variabilität zwischen Beckenausgang (bzw. Ureteraustrittsstelle aus dem Nierenbecken) und Douglas-Raum aufweisen.

Das Ovar besteht aus einer Rindenschicht (substantia corticalis) und einer Markzone (substantia medullaris). Der seröse Überzug (tunica albuginea) stellt eine Pseudokapsel dar, auf der Keimepithel als Peritonealüberzug liegt. Durch Ovulationen verändert sich die glatte Oberfläche der Ovarien durch narbige Einziehungen als Residuen der stattgehabten Ovulationen. Die Ovarialfollikel liegen in verschiedenen Stadien in der Rinderschicht – als primäre, sekundäre und tertiäre Follikel. Der Graaf'sche Follikel hat eine Größe von ca. 1-2 cm, der sprungreife Follikel kann eine Größe von 2 cm erreichen [Welsch 2003]. Nach einer Ovulation bildet sich das Corpus luteum, das bei Eintreten einer Gravidität bis zu 4 Monate persistieren kann und Gestagene produziert. Neben Ovulationen finden auch Follikelatresien statt [Netter 2006]. Nach der Menopause kommt es zur Atrophie der Ovarien [Feige et al. 2006].

Die Lage und Größe der Ovarien unterliegen bei Frauen gleichen Alters einer Variabilität [Moll und Moll 2006]. Aber auch bei derselben Frau bestehen eine Zyklusabhängigkeit und eine Abhängigkeit von physiologischen Faktoren [Schiebler 2005].

1.1.3 Untersuchungsmethoden

Die historisch etablierte und auch heute noch am häufigsten angewandte Methode der Ovarienuntersuchung stellt die bimanuelle vaginale/rektovaginale Palpation dar. Die Objektivität der Untersuchung hängt jedoch von unterschiedlichen Parametern wie Reproduzierbarkeit, Erfahrung des Untersuchers, Entspannungszustand der Patientin, Body Mass Index (BMI) und Lokalisation der Ovarien ab. Die Sensitivität und Spezifität können so nicht allgemein gültig definiert werden. In einer prospektiven Studie von Andolf und Jørgensen (1988) wurde mit einer bimanuellen Untersuchung eine Sensitivität 67 % und eine Spezifität von 96 % im Nachweis eines Ovarialkarzinoms erreicht.

Neben der bimanuellen gynäkologischen Untersuchung findet als primäres diagnostisches Verfahren zum Nachweis des Ovarialkarzinoms in der Regel die transvaginale Sonographie Anwendung. Sie vermag Ovarialzysten von komplexeren Tumormanifestationen zu unterscheiden. Im Nachweis des Ovarialkarzinoms erreicht die transvaginale Sonographie Sensitivitäts- und Spezifitätswerte von 82 % -100 % und 83 % -95 % [Jain et al. 1993, Rieber et al. 2001, Yamashita et al. 1995]. In Frühstadien des Ovarialkarzinoms ist die Sensitivität allerdings deutlich eingeschränkt. Im Stadium I wurde für die transvaginale Sonographie bei Hochrisikopatientinnen von einer Sensitivität von 25 % und in einer Niedrigrisikogruppe von 67 % berichtet [Scharf et al. 2002]. Eine Hauptursache für die geringe Sensitivität ist, dass im Frühstadium des Ovarialkarzinoms die Ovarien häufig sonomorphologisch nicht alteriert oder vergrößert sind. Die Aussagekraft der transvaginalen Sonographie ist generell eingeschränkt bei ausgeprägter Adipositas oder Darmgasüberlagerungen. Sie gilt als untersucherabhängig und weist Limitationen in der Befunddokumentation auf. Einschränkungen bestehen auch in der Gewebecharakterisierung und Abgrenzbarkeit von Raumforderungen gegenüber dem umgebenden Gewebe, nicht zuletzt weil Kontrastmittel in der Regel nicht eingesetzt werden bzw. bislang noch wenig Erfahrung in der Tumorcharakterisierung mit Ultraschall-Kontrastmitteln besteht [Higgins et al. 1997, Rieber et al. 2001].

Die Computertomographie (CT) wird im Staging des Ovarialkarzinoms zum Nachweis hämatogener, peritonealer und lymphogener Metastasen eingesetzt.

Aufgrund des geringen Weichteilkontrastes hat die CT allerdings bezüglich der Charakterisierung ovarieller Raumforderungen nur eine eingeschränkte Aussagekraft [Rieber et al. 2001]. Weitere Nachteile sind die Exposition mit ionisierender Strahlung und potenzielle Risiken bei der Applikation jodhaltiger Kontrastmittel [Higgins et al. 1997, Kerr-Wilson et al. 1984].

Als nicht ionisierendes Verfahren hat die Magnetresonanztomographie (MRT) in den letzten Jahren bezüglich der Diagnostik des weiblichen Beckens zunehmend an Bedeutung gewonnen [Hricak und Carrington 1990]. Vorteile der MRT gegenüber anderen bildgebenden Verfahren liegen in dem hohen Weichteilkontrast und der Möglichkeit der multiplanaren Schnittbildführung. So gelingt mit der MRT beispielsweise die Darstellung der zonalen Anatomie des Uterus und die Darstellung der Ovarien. Mit einer Sensitivität von 85 %- 95 % und einer Spezifität von 87 %- 96 % vermag die Magnetresonanztomographie (MRT) zwischen benignen und malignen ovariellen Tumoren zu unterscheiden [Fenchel et al. 2002, Jain und Jeffrey 1994, Kurtz et al. 1999, Rieber et al. 2001]. In der Regel gelingt mit der MRT eine zuverlässige Charakterisierung benignen und malignen Tumoren von Uterus, Zervix, Vagina und Ovarien [Ciakley 2002, Funt und Hann 2002, Funt und Hricak 2003, Hauth et al. 2004a, Higgins et al. 1997, Szklaruk et al. 2003, Lorenzen und Nicolas 1999]. Das Staging bereits bekannter malignen Tumoren stellt jedoch die eigentliche Hauptindikation der MRT dar.

Aufgrund der technischen Fortschritte der MRT in den letzten Jahren kann ein großes Potenzial im Rahmen der Vorsorge, insbesondere des Ovarialkarzinoms vermutet werden. Bisher wird die MRT jedoch nicht in der Früherkennung des Ovarialkarzinoms eingesetzt.

1.2 Uterus

1.2.1 Anatomie des Uterus

In der Embryonalentwicklung führt die Verschmelzung der beiden Müller-Gänge zur Entwicklung des unpaarigen Uterus und der Zervix [Schulze 2006, Netter 2006].

Der Uterus besteht aus drei Abschnitten: dem Uteruskorpus, dem Isthmus (unteres Uterinsegment) und der Zervix. Das Korpus uteri besteht fast ausschließlich aus glatter Muskulatur. Die Facies vesicalis des Korpus uteri und die Facies intestinalis sind vollständig von Peritoneum bedeckt [Fritsch und Kühnel 2005]. Das Cavum uteri wird von Endometrium ausgekleidet. Das Endometrium besteht aus einem Stratum funktionale, das zyklischen Veränderungen unterliegt [Benninghoff und Goerttler 1979] und einem Stratum basale, das nicht dem hormonellen Zyklus unterliegt. Die Endometriumzone ist von der Junktionalzone umgeben, diese wiederum ist von der Myometriumzone umgeben. Somit besteht der Uterus aus einer dreischichtigen zonalen Anatomie.

Der Isthmus uteri stellt die Verbindung zwischen Korpus uteri und der Zervix dar. Die Zervix uteri wird als das untere Drittel des Uterus bezeichnet. Mit der Portio vaginalis reicht sie in die Vagina vor.

1.2.2 Untersuchungsmethoden

Die gynäkologische Untersuchung des Uterus beinhaltet die Inspektion der Portio uteri sowie die bimanuelle Palpation des Uterus. Die Methode wird jedoch durch die Erfahrung des Untersuchers sowie durch Lage des Uterus im kleinen Becken (z. B. Antelexion, Retroflexion, Deviation) und durch das Gewicht der zu untersuchenden Patientin beeinflusst [Bronz 2005]. Die endovaginale Sonographie ist ein primäres effektives diagnostisches Verfahren für die Diagnostik pathologischer Veränderungen des Uterus [Nalaboff et al. 2001]. Bei einer vertikalen oder retroflektierten Lage des Uterus, einer deutlichen Uterusvergrößerung oder bei Vorhandensein von Myomen oder einer Adenomyosis uteri ist die sonographische

Diagnostik nur eingeschränkt möglich. Aufgrund der multiplanaren Schnittbildführung vermag die MRT auch in den oben genannten Fällen eine gute Abgrenzbarkeit des Uterus bei einem höheren Gewebekontrast.

In zahlreichen Studien wurde die Morphologie des Uterus und der zonalen Anatomie in der MRT untersucht [Brown et al. 1991, Haynor et al. 1986, Hoad et al. 2005, McCarthy et al. 1986, Mitchell et al. 1990, Togashi et al. 2001].

2. Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit sollen Normwerte der Ovarien und des Uterus in der Magnetresonanztomographie (MRT) in Abhängigkeit von Zyklusphase und Altersstufe gesunder Frauen entwickelt werden.

Der erste Teil dieser prospektiven Untersuchung hat zum Ziel, das Volumen und den maximalen Durchmesser der normalen Ovarien und der jeweils größten Follikelzyste bei gesunden Frauen in Abhängigkeit vom Alter und der Phase des Menstruationszyklus zu bestimmen. Der zweite Teil dieser prospektiven Untersuchung hat zum Ziel, das Volumen von Uterus und Zervix zu definieren und die Dicke der Endometriumzone, Übergangszone und Myometriumzone in verschiedenen Altersgruppen und in Abhängigkeit von der Zyklusphase bei gesunden Frauen zu bestimmen.

Durch die Festlegung von Normwerten in der MRT können in Zukunft möglicherweise pathologische Befunde der Ovarien und des Uterus zu einem früheren Zeitpunkt entdeckt werden.

3. Material und Methoden

3.1 Probandinnen

Nach Überprüfung der Studie durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen (siehe Anhang Kap. 10.1) wurden 100 Probandinnen unter standardisierten Bedingungen durch eine Fachärztin für Gynäkologie mit langjähriger klinischer Erfahrung ausgewählt. Es handelte sich um gesunde, asymptomatische Frauen, die sich im Rahmen der Vorsorgeuntersuchung vorstellten. Nach einer Anamnese erfolgte eine gynäkologische Untersuchung in nachfolgender Reihenfolge: SpekulumEinstellung, bimanuelle vaginale Untersuchung sowie transvaginale Sonographie. Bei Probandinnen, die in die Studie aufgenommen wurden, bestand nach der gynäkologischen Untersuchung kein Verdacht auf maligne Befunde im Bereich der Ovarien. Eine Uterusvergrößerung (z. B. bei Uterus myomatosus oder bei Verdacht auf eine Adenomyosis uteri) stellte keine Kontraindikationen zur Studienteilnahme dar. Alle Probandinnen wurden über die Ziele der Studie und die Durchführung und Risiken der MRT-Untersuchung aufgeklärt. Eine Bewilligung zur Studienteilnahme erfolgte durch eine schriftliche Einverständniserklärung der Probandinnen (siehe Anhang Kap. 10.2).

Die MRT des Beckens erfolgte bei 100 gesunden Probandinnen mit einem Alter zwischen 21 und 73 Jahren (Mittelwert 42,3 Jahre). Die Ausschlusskriterien für eine Studienteilnahme waren Alter unter 18 Jahre, Schwangerschaft und Stillzeit, die Einnahme oraler Kontrazeptiva oder eine hormonellen Substitutionstherapie, ein Zustand nach Adnexektomie und/oder Hysterektomie, eine Malignom-erkrankung in der Anamnese und allgemeine Kontraindikationen für eine MRT-Untersuchung, wie ferromagnetische Implantate, eine Allergie auf gadolinium-haltige Kontrastmittel oder Klaustrophobie.

Die Einteilung der Probandinnen erfolgte in vier Altersgruppen: jeweils 20 Frauen im Alter von 20-30 Jahren (Mittelwert: 26,5 Jahre) und 31-49 Jahren (Mittelwert:

35,3 Jahre) und jeweils 30 Frauen im Alter von 41-50 Jahren (Mittelwert: 45,4 Jahre) und 51-80 Jahren (Mittelwert: 65 Jahre). 71/100 (71 %) Frauen waren prämenopausal und 29/100 (29 %) Frauen waren postmenopausal. 27/30 Frauen im Alter von 41-50 Jahren waren prämenopausal und 2/30 Frauen waren postmenopausal. 3/30 Frauen im Alter von 51-80 Jahren waren prämenopausal und 27/30 Frauen waren postmenopausal.

32/71 (45 %) prämenopausale Frauen waren zum Zeitpunkt der MRT-Untersuchung in der Follikelphase des Ovarialzyklus (Tage 6-15 gerechnet vom 1. Tag der Menstruation) und 39/71 (55 %) prämenopausale Frauen waren in der Lutealphase des Ovarialzyklus (Zyklustage 16-30). Alle prämenopausalen Frauen hatten einen regulären Menstruationszyklus.

Bei allen Probandinnen wurden Größe und Gewicht bestimmt. Aus den ermittelten Werten wurde der Body Mass Index (BMI) in kg/m^2 , berechnet. Die Größe der Frauen lag zwischen 1,57 m und 1,78 m (Mittelwert: 1,66 m). Das Gewicht der Frauen lag zwischen 47 kg und 100 kg (Mittelwert: 68,7 kg). Der BMI lag zwischen $18,3 \text{ kg/m}^2$ und $37,6 \text{ kg/m}^2$ (Mittelwert: $24,9 \text{ kg/m}^2$). In der Gruppe der 20-30jährigen betrug der BMI $23,1 \text{ kg/m}^2$, in der Gruppe der 31-49jährigen $23,6 \text{ kg/m}^2$, in der Gruppe der 41-50jährigen $24,9 \text{ kg/m}^2$ und in der Gruppe der 51-80jährigen $27,03 \text{ kg/m}^2$.

3.2 MRT-Untersuchung

3.2.1 Grundlagen des MRT-Prinzips

Alle Magnetresonanzverfahren beruhen auf dem Prinzip der magnetischen Kernresonanz. Das Phänomen der Kernspinresonanz wurde 1946, unabhängig voneinander, von Block und Purcell entdeckt. 1974 gelang es Lauterbur, das erste magnetresonanztomografische Bild eines Lebewesens, einer Maus, herzustellen. Mansfield konnte 1977 erstmals eine MR-Tomographie am Menschen durchführen [Laubenberger und Laubenberger 1999].

Neben dem Ultraschall ist die MRT ein weiteres radiologisches Verfahren, welches ohne ionisierende Strahlen Bilder erzeugen kann. Das Prinzip der MRT basiert auf der Tatsache, dass alle Atomkerne mit ungerader Protonen- und/oder Neutronenzahl einen Eigendrehimpuls, den sog. Kernspin, besitzen und somit mit rotierenden Kreiselbewegungen vergleichbar sind. Das im menschlichen Körper am häufigsten vorkommende Atom mit diesen Eigenschaften ist Wasserstoff. Deshalb wird die Kernspintomographie fast ausschließlich als Bildgebung der Wasserstoffkerne, der Protonen, betrieben, d. h. zum Bild tragen nur die im Körper befindlichen Wasserstoffatome bei.

Ohne einwirkendes Magnetfeld sind die Kernspins in alle Raumrichtungen verteilt, d. h. nicht ausgerichtet. Kommen sie nun in das Magnetfeld des Kernspintomographen, so richten sich die Atomkerne entlang der Feldlinien des Hauptmagnetfeldes aus. Sie können sich dabei parallel oder antiparallel zum Magnetfeld ausrichten. Nach Ausrichtung der Atomkerne durch das äußere Magnetfeld findet zusätzlich zur Eigenrotation eine Kreiselbewegung entlang der Magnetfeldlinien statt. Die Frequenz dieser Kreiselbewegung, die Larmor-Frequenz, hängt von der Magnetfeldstärke ab. Die Ausrichtung des Kernspins kann durch Einstrahlen von elektromagnetischen Hochfrequenzwellen, die ihrer Larmor-Frequenz entsprechen, beeinflusst werden. Diese Interaktion wird als Kernspinresonanz bezeichnet. Bei Einstrahlung der Hochfrequenzenergie wird diese von den ausgerichteten Kernen aufgenommen und mit einer Richtungsänderung beantwortet, die vom Impuls abhängig ist: ein 90° Impuls führt zu einem Umklappen der Spins um den rechten Winkel, ein 180° Impuls führt zu einer Umkehrung des Besetzungsverhältnisses zwischen parallelen und antiparallelen Spins, die als Spininversion bezeichnet wird.

Wenn die Einstrahlung des Hochfrequenzimpulses beendet ist, beginnen die Kernspins in ihre Ausgangslage zurückzuklappen. Dieser Vorgang der Relaxation erzeugt ein elektromagnetisches Induktionsfeld, welches mit einer Empfänger-spule aufgefangen werden kann.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Kernspins in ihre Ausgangslage zurückkehren, ist durch Zeitkonstanten bestimmt. Die T1-Relaxationszeit bestimmt, wie schnell sich die Spins von einer Anregung „erholen“ und wieder anregbar werden [Kaufmann et al. 2001]. Gewebe mit kurzer T1-Relaxationszeit erscheinen auf T1-gewichteten Bildern hell, weil sie sich rascher erholen und deshalb mehr Signal abgeben. Gewebe mit langer T1-Relaxationszeit erscheinen auf T1-gewichteten Bildern dunkel, weil sie weniger rasch relaxieren und deshalb weniger Signal abgeben.

Die T2-Relaxationszeit bestimmt, wie rasch das MR-Signal nach einer Anregung abklingt (Dephasierung) [Weishaupt et al. 2001]. Gewebe mit kurzer T2-Relaxationszeit erscheinen auf T2-gewichteten Bildern dunkel, weil sie schneller dephasieren. Gewebe mit langer T2-Relaxationszeit erscheinen auf T2-gewichteten Bildern hell, weil die Dephasierung länger dauert.

3.2.2 Aufbau des Magnetresonanztomographen

Zentraler Bestandteil des Magnetresonanztomographen ist der Magnet, der ein Magnetfeld mit einer Stärke von üblicherweise 0,1-1,5 Tesla erzeugt [Kaufmann et al. 2001]. Im Gegensatz zu resistiven Magneten benötigen diese supraleitenden Magnetsysteme zum Aufrechterhalten des Magnetfeldes keine Energiezufuhr. Die nach dem Hochfahren des Magneten fließenden Ströme haben keinen zeitlichen Abfall. Um den Magneten supraleitend zu erhalten, muss er auf einer Temperatur nahe dem absoluten Nullpunkt gehalten werden, was durch ein Kühlsystem mit der Kühlschubstanz verflüssigtes Helium erreicht wird.

Um im Magneten eine Ortslokalisation vornehmen zu können, müssen zusätzliche Gradienten in den 3 Raumebenen (x,y,z) angebracht werden, die für einen geringen, ortsabhängigen Unterschied im Magnetfeld sorgen und vom Prozessrechner für die einzelnen Messsequenzen einzeln schaltbar sind. Die Magnetfelder, die die Gradientenspulen erzeugen, sind klein, verglichen mit dem Hauptmagnetfeld, und trotzdem benötigen sie noch Ströme von einigen hundert Ampères. Das Ein- und Ausschalten der Gradientenspulen ist mit einer hohen

Stromstärke verbunden und verursacht auch das typische Hämmern, das während der Messung hörbar ist [Weishaupt et al. 2001].

Das Hochfrequenzsystem besteht einerseits aus einem leistungsstarken Hochfrequenzsender, andererseits aus einem hochempfindlichen Empfänger.

Um in einem Magneten ein Signal zu erzeugen und zu empfangen, werden Sende- und Empfangsantennen gebraucht, die oft in einer Spule integriert sind. Die Sendespulen geben die Anregungsimpulse entsprechend der Messsequenz ab, und die Empfangsspulen nehmen das vom Volumen emittierte Signal auf. Die empfangenen Signale sind sehr schwach und müssen hoch verstärkt werden. Um eine Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses zu erreichen, kann man für die Untersuchung kleiner Volumina eine Oberflächenspule verwenden, die dem Körper nahe aufliegt [Laubenberger und Laubenberger 1999, Weishaupt et al. 2001]. Es handelt sich in erster Linie um Empfangsspulen. Die Anregung erfolgt dann über die im Gerät integrierte Körperspule. Diese Kombination ermöglicht derzeit das Erreichen der bestmöglichen Bildqualität.

3.2.3 Vorbereitungen zur MRT des Beckens

Vor jeder MRT-Untersuchung erfolgte ein Aufklärungsgespräch mit den Probandinnen, um Kontraindikationen möglichst auszuschließen. Maßnahmen zur Vorbereitung wie Nahrungskarenz, Abführmaßnahmen oder die Gabe eines Spasmolytikums zur Reduzierung der Darmtätigkeit waren nicht erforderlich [Hauth et al. 2004]. Vor der Untersuchung wurde jede prämenopausale Probandin noch einmal über die Möglichkeit einer Schwangerschaft befragt. Im Zweifelsfall wurde ein Schwangerschaftstest vor Ort durchgeführt.

Für eine bessere anatomische Orientierung erwies sich ein Vaginaltampon als vorteilhaft.

3.2.4 Technik zur MRT des Beckens

Die MR-Bildgebung erfolgte an einem 1,5-T-MR-System (Magnetom Sonata[®] Siemens, Erlangen), unter Verwendung einer Phased-Array-Oberflächenspule. Die Untersuchung erfolgte in Rückenlage.

T1- und T2-gewichteten Spin-Echo-(SE)-Sequenzen gehören zu den Standardsequenzen bei der Untersuchung des weiblichen Beckens. Da die schnelle Datenaquisition das Risiko von Bewegungsartefakten reduziert, werden vorzugsweise Fast-Spin-Echo-(FSE-) Sequenzen oder Turbo-Spin-Echo-(TSE)-Sequenzen gegenüber den herkömmlichen Spin-Echo-Sequenzen in der Diagnostik des Beckens eingesetzt. Sagittale T2-gewichtete TSE-Sequenzen können die zonale Anatomie des Uterus und Zervix deutlicher darstellen.

Die dynamische kontrastmittelverstärkte MRT basiert auf einer repetitiven Akquisition von schnellen T1-gewichteten GRE-Sequenzen in verschiedenen Phasen nach intravenöser Applikation von Kontrastmittel. Die Datenaquisition erfolgt in der Regel vor sowie ca. 15 s, 30 s und 60 s nach i. v. Gabe eines paramagnetischen Kontrastmittels.

Die verwendeten Sequenzen zur Studie wurden in folgender Reihenfolge durchgeführt:

Axiale T1-gewichtete TSE-Sequenzen mit und ohne Fettsättigung (Repetitionszeit TR: 600 ms, Echozeit TE: 11 ms, Matrix: 512 x 192; Schichtdicke: 8 mm; Intersection gap: 1,6 mm, Bildfeld FOV: 400 mm; Flipwinkel: 150°), axiale T2-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsuppression (TR: 6100 ms, TE: 114 ms, Matrix: 512 x 230, Schichtdicke: 8 mm, Intersection gap: 1,6 mm, FOV: 400 mm, Flipwinkel: 150°) und sagittale T2-gewichtete TSE-Sequenzen ohne Fettsättigung (TR: 5630 ms, TE: 114 ms; Matrix: 512 x 256; Schichtdicke: 5 mm; intersection gap: 1,6 mm, FOV: 280 mm, Flipwinkel: 150°). Anschließend erfolgte bei allen Probandinnen eine intravenöse Applikation des gadoliniumhaltigen Kontrastmittels Gadopentetate dimeglumine (MultiHance; ALTANA Pharma, Konstanz, Germany) mit einer Dosis von 0,1 mmol/kg Körpergewicht. Die Applikation des Kontrastmittels erfolgte maschinell (MEDRAD, Pittsburgh, USA) mit einer Flussgeschwindigkeit von 2 ml/s.

Sagittale dynamische fettgesättigte Gradienten-Echo-(GRE)-Sequenzen (TR: 3,21 ms, TE: 1,24 ms, Matrix: 256 x 144, Schichtdicke 1,5 mm, intersection gap: 1,6 mm; FOV: 400 mm, Flipwinkel: 12°) erfolgten nativ, 15 s, 30 s und 60 s nach Kontrastmittelapplikation. Im Anschluss an die GRE-Sequenzen erfolgten T1-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsättigung in axialer (TR: 600 ms, TE: 11 ms, Matrix: 512 x 192, Schichtdicke: 8 mm, Intersection gap: 1,6 mm, FOV: 400 mm, Flipwinkel: 150°), coronarer (TR: 450 ms, TE: 11 ms, Matrix: 512 x 256; Schichtdicke: 8 mm; intersection gap: 1,6 mm; FOV: 400 mm; Flipwinkel 150°) und in sagittaler Schichtführung (TR: 460 ms; TE: 11 ms; Matrix: 512 x 256; Schichtdicke: 8 mm; intersection gap: 1,6 mm; FOV: 300 mm; Flipwinkel 150°).

Tabelle 1 zeigt einen Überblick über die verwendeten Sequenzen:

Tab. 1: MRT-Protokoll zur Diagnostik des weiblichen Beckens

Sequenzen	TR (ms)	TE (ms)	Ebenen	Fettsättigung	Schichtdicke [mm]	FOV [mm]	Flipwinkel °	Matrix
T2- gewichtete TSE	5630	114	sagittal	nein	5	280	150	512 x 256
T2-gewichtete TSE	6100	114	axial		8	400	150	512 x 230
T1- gewichtete TSE	600	11	axial	nein	8	400	150	512 x 192
T1- gewichtete TSE	600	11	axial	ja	8	400	150	512
GRE	3,21	1,24	sagittal	ja	1,5	400	12	256 x 144
Nativ								
15 sec nach KM								
30 sec nach KM								
60 sec nach KM								
T1-gewichtete TSE nach KM	600	11	axial	ja	8	400	150	512 x 192
T1-gewichtete TSE nach KM	450	11	coronar	ja	8	400	150	512 x 256
T1-gewichtete TSE nach KM	460	11	sagittal	ja	8	300	150	512 x 256

Anmerkungen:

TSE= Turbo- Spin- Echo, SE= Spin- Echo, GRE= Gradienten- Echo, KM= Kontrastmittel, TR = Repetitionszeit, TE= Echozeit, FOV= Field of view= Messfeld

3.3 Interpretation des Bildmaterials

Die Auswertung des Bildmaterials erfolgte gemeinsam durch eine Fachärztin für Gynäkologie und durch eine Fachärztin für diagnostische Radiologie. Die Interpretation erfolgte im Konsensusverfahren. Die Analyse des Bildmaterials erfolgte an einer PACS-(Picture Achieving and Communication System)-Workstation (Centricity RIS 4.1i, GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, USA).

3.3.1 Ovarien

Die Sichtbarkeit beider Ovarien, die Lokalisation der Ovarien in der Fossa ovarica im Douglas-Raum oder in der Beckeneingangsebene, die Differenzierung zwischen einer Rinden- und Marksicht und die Abgrenzbarkeit der Follikelzysten wurden dokumentiert. Die Größen der Ovarien und der größten Follikelzyste jedes Ovars wurden in drei orthogonalen Ebenen in axialen und sagittalen Sequenzen gemessen. Die Breite der Ovarien und der Follikelzysten wurde in axialen Sequenzen und die Höhe und Länge in sagittalen Sequenzen gemessen.

Das Volumen der Ovarien und das Volumen der jeweils größten Follikelzyste wurden mit der Formel für ellipsoide Läsionen berechnet [Szklaruk et al. 2003]: Breite x Länge x Höhe x 0,523.

Der maximale Durchmesser wurde definiert als der größte Wert aus den Messungen von Breite, Länge und Höhe der Ovarien und Follikelzysten.

Wenn die Ovarien nicht in allen orthogonalen Ebenen bestimmt werden konnten, erfolgte keine Volumenbestimmung und keine Bestimmung des maximalen Durchmessers.

Der Begriff Follikelzyste wurde als flüssigkeitshaltige, glatt begrenzte, dünnwandige Struktur im Ovar definiert, welche in T2-gewichteten Sequenzen eine homogene hyperintense Signalintensität und in T1-gewichteten Sequenzen eine homogene hypointense Signalintensität aufweist [Outwater et al. 1996]. Die Follikelzystenwand ist glatt begrenzt, mit einem maximalen Durchmesser von 1 mm. Corpus luteum-Zysten erscheinen als runde oder teils entrundete

Strukturen im Ovar, die eine etwas geringere Signalintensität um die zentrale hyperintense Flüssigkeitsansammlung in T2-gewichteten Sequenzen aufweisen. Ihre Wanddicke variiert im Bereich von 1-5 mm [Outwater et al. 1996]. Die Abgrenzbarkeit von Corpus luteum-Zysten wurde dokumentiert.

3.3.2 Uterus

Es wurden die Flexion und Deviation des Uterus, der Nachweis von Ovula Nabothi, der Nachweis von Myomen und einer Adenomyosis uteri dokumentiert. Die Anzahl der Myome wurde bestimmt und in subseröse, intramurale und submuköse Myome unterteilt. Die Größe des Uterus und der Zervix wurde in drei orthogonalen Ebenen in axialen und sagittalen Sequenzen gemessen (Abb: **1,2**). In der sagittalen T2-gewichteten TSE-Sequenz ohne Fettsuppression wurden die Länge und Höhe des Uterus und der Zervix bestimmt. In der axialen T2-gewichteten TSE-Sequenz mit Fettsuppression wurde deren Breite bestimmt.

Die Länge des Uterus wurde als Durchmesser vom Fundus zum Isthmus uteri definiert. Die Länge des Zervix wurde als Durchmesser vom Isthmus uteri zur Portio definiert. Die Höhe des Uterus und der Zervix wurde als die orthogonale Achse zur Länge des Uterus und der Zervix definiert. Die Breite des Uterus und der Zervix wurde als die horizontale Achse von der rechten bis zur linken Beckenseite definiert. Die Berechnungen der Volumina von Uterus und Zervix erfolgten nach der Formel für Ellipsen: Länge x Höhe x Breite x 0.523.

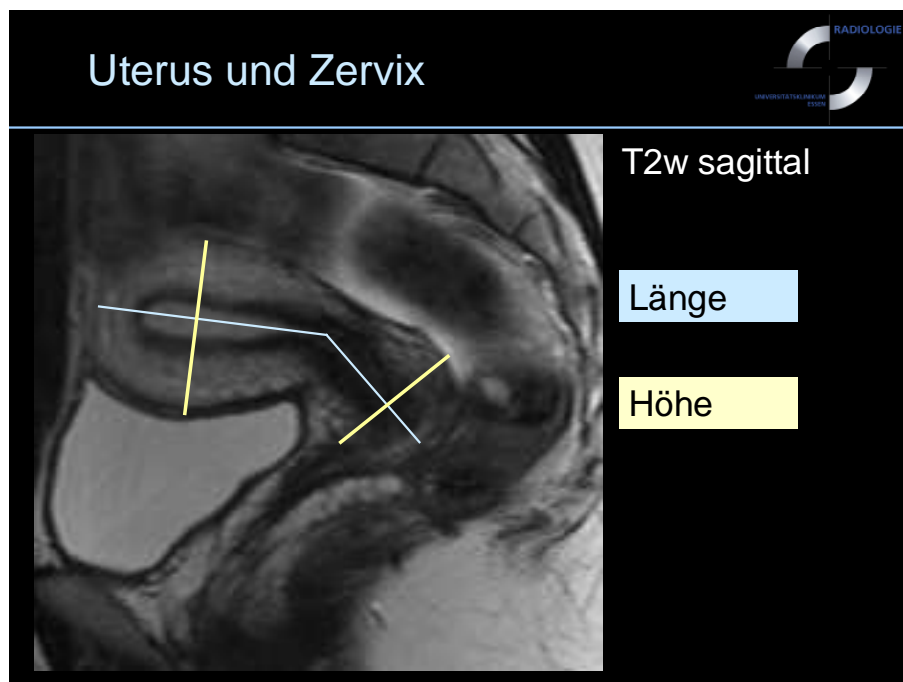


Abb. 1: Bestimmung der Länge und Höhe des Uterus und der Zervix in sagittalen T2-gewichteten Sequenzen.

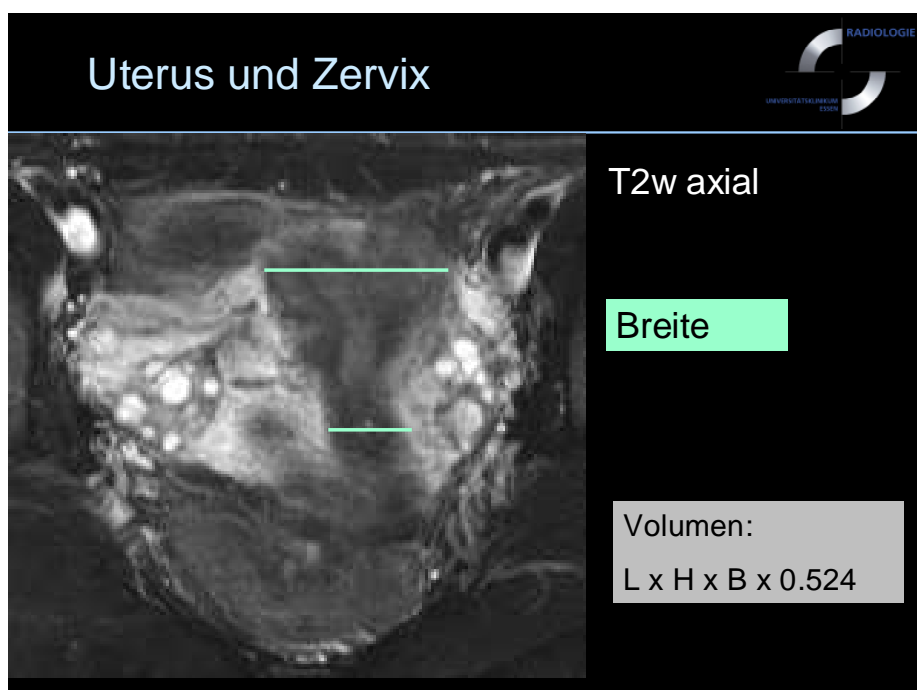


Abb. 2: Bestimmung der Breite von Uterus und Zervix in axialen T2-gewichteten Sequenzen. Bestimmung des Volumens nach der Formel: Länge (L) x Höhe (H) x Breite (B) x 0,524.

Der maximale Durchmesser von Uterus und Zervix wurde als der längste Durchmesser aus den Messwerten der Länge, Höhe und Breite bestimmt.

Die maximalen Dicken des Endometriums, der Übergangszone und des Myometriums wurden in T2-gewichteten TSE-Sequenzen ohne Fettsuppression gemessen (Abb. 3).

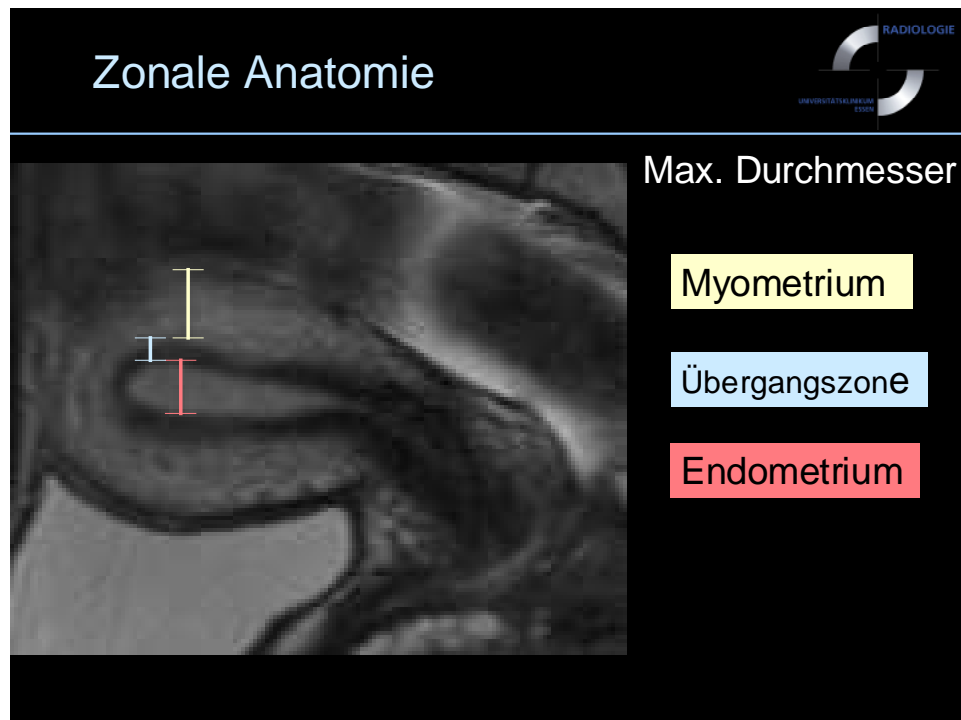


Abb. 3: Bestimmung der maximalen Höhen der Endometriumzone (rot), der Übergangszone (blau) und des Myometriums (gelb) in sagittalen T2-gewichteten Sequenzen.

Die Dicke des Myometriums der Uteri mit Myomen wurde direkt vor oder hinter dem Myom gemessen, aber nicht innerhalb der Myomknoten.

Myome stellen glatt begrenzte benigne Raumforderungen des Uterus dar, die von einer Pseudokapsel umgeben sind [Hricak et al. 1986]. Sie können ein variables Spektrum von Signalintensitäten aufweisen, in den meisten Fällen zeigen sie jedoch eine hypointense Signalintensität in T2-gewichteten Sequenzen [Hricak et al. 1986]. Submuköse Myome ragen in das Uteruscavum hinein, transmurale Myome befinden sich innerhalb der Myometriumzone und subseröse Myome

liegen vor, wenn das Epizentrum der Läsion über die äußere Uteruswand hinausragt und von der Subserosa umgeben ist.

Bei einer Adenomyosis uteri liegt eine benigne Infiltration des Endometriums in das Myometrium und eine diffuse Vergrößerung der Muskulatur vor [Ito et al. 1994]. Die Endometrioseimplantate bei einer Adenomyosis uteri sind vom Basalistyp und unterliegen somit nicht dem hormonalen Zyklus. Eine Adenomyosis uteri liegt bei einer diffusen oder fokalen Verdickung der Übergangszone von mehr als 1,2 cm vor [Grasel et al. 2000]. Das Erscheinungsbild der Adenomyosis uteri in der MRT zeigt häufig einen vergrößerten Uterus mit einer diffusen oder fokalen Verdickung der hypointens erscheinenden Übergangszone in T2-gewichteten Sequenzen. Die fokale Adenomyosis uteri kann wie ein Leiomyom imponieren [Kido et al. 2003]. Die Koinzidenz beider Läsionen wird in der Literatur mit 36-40 % angegeben [Ito et al. 1994]. Während Myome jedoch das umgebende Myometrium verdrängen und von einer Pseudokapsel umgeben sind, erscheint eine fokale Adenomyosis uteri wie eingebettet in das Myometrium ohne Zeichen einer Verdrängung [Kido et al. 2003].

Der Uterus wurde in der vorliegenden Studie in zwei Gruppen unterteilt. Eine Gruppe umfasste die Uteri ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (NMA) und die zweite Gruppe umfasste die Uteri mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri (MA).

3.4 Verlaufskontrollen

Bei allen Probandinnen wurde durch die Fachärztin für Gynäkologie nach sechs Monaten eine Verlaufskontrolle von Uterus und Ovarien mit der transvaginalen Sonographie durchgeführt, um einen malignen Befund auszuschließen. Wenn erforderlich, erfolgte zusätzlich eine abdominelle Sonographie, insbesondere wenn die Ovarien in der Beckeneingangsebene lokalisiert waren.

3.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Statistikprogrammen SAS[®] 9.1 für Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) und Microsoft[®] Excel 2000 (Microsoft Corporation, WA, USA). Ein p-Wert unter 0,05 zeigte einen statistisch signifikanten Unterschied an.

3.5.1 Auswertung Ovarien

Der Wilcoxon-Test wurde angewandt, um die Volumina der rechten und linken Ovarien und der jeweils größten Follikelzysten zu vergleichen. Der Fisher's exact Test wurde verwendet um die Charakteristika der Ovarien in den verschiedenen Altersgruppen zu untersuchen. Der Mann-Whitney-U-Test wurde angewandt, um die Volumina der Ovarien und der Follikelzysten und die Anzahl der Follikelzysten in den zwei Phasen des Menstruationszyklus zu analysieren. Der Spearman's rank Korrelationskoeffizient wurde verwendet um die Korrelation des Volumens der Ovarien und der jeweils größten Follikelzyste mit der Länge, Breite und Höhe zu vergleichen. Der Kruskal-Wallis-Test wurde angewandt, um die maximalen Durchmesser der Ovarien und größten Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen zu vergleichen.

3.5.2 Auswertung Uterus

Der Fisher-Exakt-Test wurde angewandt, um die Charakteristika des Uterus in Hinblick auf die verschiedenen Altersgruppen zu untersuchen. Der Kruskal-Wallis-Test wurde verwendet, um die Anzahl der Myome in den verschiedenen Altersgruppen zu vergleichen. Dieser Test wurde auch angewandt um die Volumina der Uteri mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri (MA) und denen ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (NMA) in den verschiedenen Altersgruppen zu vergleichen. Ebenso wurde der Kruskal-Wallis-Test verwendet um die Dicke des Endometriums, der Junktionalzone und des Myometriums in den verschiedenen Altersgruppen zu vergleichen.

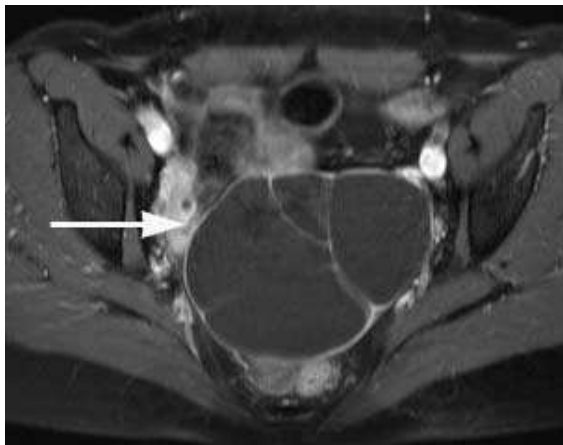
Der Mann-Whitney U-Test wurde verwendet, um die Volumina der Uteri, der Zervix und die Dicke der Endometriumzone, der Junktionalzone und des Myometriums in der ersten und zweiten Zyklusphase zu vergleichen. Hierbei wurde ebenfalls zwischen den beiden Uterusgruppen (MA und NMA) unterschieden. Der Spearman's rank Korrelationskoeffizient wurde genutzt, um die Korrelation des Volumens des Uterus (NMA und MA) und der Zervix mit der Höhe, Länge und Breite zu berechnen. Um die Höhe des Uterus (NMA und MA) und den maximalen Durchmesser der Zervix zwischen den verschiedenen Altersgruppen zu untersuchen, diente der Kruskal-Wallis-Test.

4. Ergebnisse

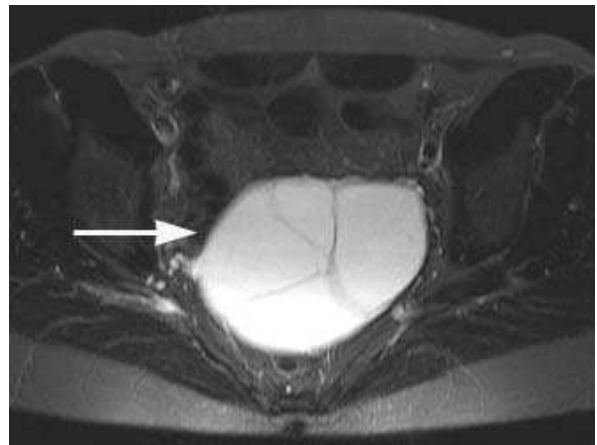
4.1 Ovarien

Nach Analyse der MRT des Beckens wurden 3/100 (3 %) Frauen wegen unklarer Adnexbefunde aus dem ersten Abschnitt der Studie über die Darstellung der Normwerte der Ovarien ausgeschlossen. Es handelte sich nach der Analyse der MRT des Beckens um benigne ovarielle Raumforderungen, die mittels einer Laparoskopie und Histopathologie weiter abgeklärt wurden.

Der histopathologische Befund ergab in jeweils einem Fall ein seröses Zystadenom, eine Dermoidzyste und eine Endometriosezyste (Abb. **4-6**).



A



B



C

Abb. 4: **Seröses Zystadenom**

Abb. 4: 49-jährige Probandin mit unklarem Sonografiebefund in der Vorsorgeuntersuchung. Erscheinungsbild in der MRT:

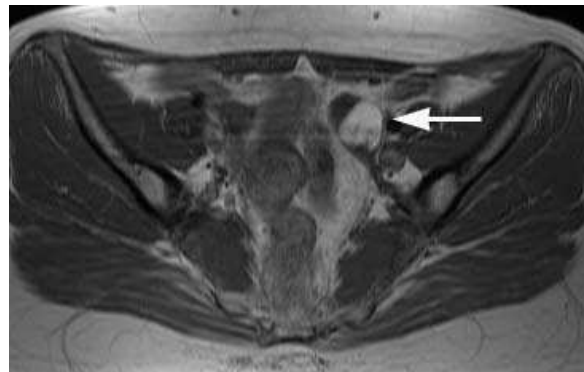
A Sagittale T2-gewichtete Sequenz: Hypointens erscheinende Raumforderung mit dünnwandigen Septen (Pfeil).

B Axiale T2-gewichtete Sequenz: Hyperintens erscheinende Raumforderung mit dünnwandigen Septen (Pfeil).

C Axiale T1-gewichtete fettgestättigte Sequenz nach i. v. Kontrastmitteldgabe: Vorwiegend hyperintens erscheinende Raumforderung mit geringer Kontrastmittelaufnahme der dünnwandigen Septen (Pfeil). Der Befund wurde histopathologisch bestätigt.

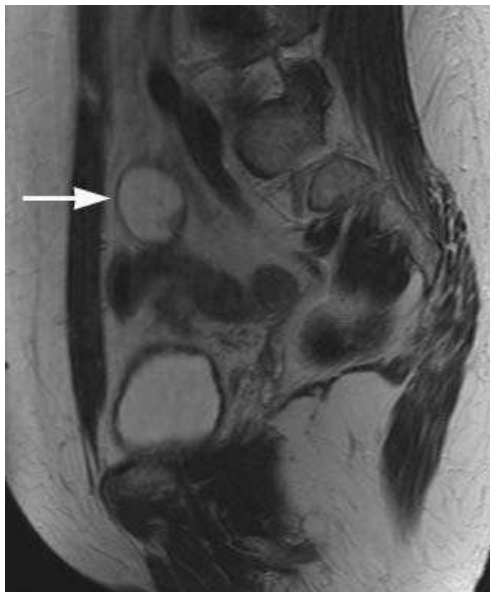


A



B

Abb. 5: Dermoidzyste



C

Abb. 5: 46-jährige Frau mit sonographisch unklarem Zufallsbefund in der Vorsorgeuntersuchung. Erscheinungsbild in der MRT:

A Sagittale T2-gewichtete Sequenz ohne Fettsättigung: Hyperintens erscheinende glatt begrenzte Raumforderung (Pfeil).

B Axiale T1-gewichtete Sequenz ohne Fettsättigung: Hyperintens erscheinende Raumforderung (Pfeil).

C Axiale T1-gewichtete fettgestättigte Sequenz: Hypointens erscheinende Raumforderung durch die Unterdrückung des Fettgewebes (Pfeil).

Der Befund wurde histopathologisch bestätigt.

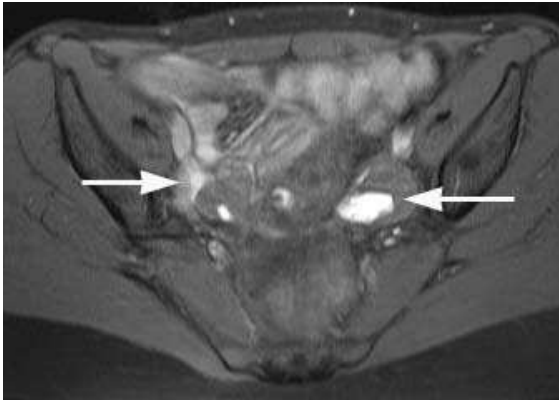


Abb. 6: Endometriosezyste

Abb. 6: 30-jährige Frau mit Zufallsbefund in der MRT. Sonographisch zeigte sich links eine ovarielle Raumforderung, vereinbar mit einer Follikelzyste oder Endometriosezyste.

Axiale T1-gewichtete Sequenz mit Fettsättigung: Die Raumforderung in der linken Ovarialloge (Pfeil) stellt sich in der Fettsättigung hyperintens dar, vereinbar mit einer Einblutung im Sinne einer Endometriosezyste. Rechts (Pfeil) Verdacht auf intraperitoneales Endometrioseherdimplantat.

Die charakteristischen Merkmale der Ovarien der übrigen 97 Probandinnen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Abgrenzbarkeit der Ovarien in der MRT war in der Gruppe der 51-80-jährigen am geringsten. Am häufigsten waren die Ovarien in der Fossa ovarica lokalisiert. Eine Differenzierung zwischen Kortex und Medulla war in den verschiedenen Altersgruppen statistisch signifikant verschieden ($p < 0,005$).

Demnach konnten die besten Differenzierungen von Kortex und Medulla in der Altersgruppe der 20-30-jährigen Frauen und die schlechtesten Differenzierungen dieser beiden Strukturen in der Altersgruppe der 51-80-jährigen Frauen erfolgen. Follikelzysten waren in der Gruppe der jüngeren Frauen signifikant häufiger als in der Gruppe der älteren Probandinnen abgrenzbar ($p < 0,005$). Corpus luteum-Zysten konnten bei 14 Frauen (14,4 %) abgegrenzt werden: Zwei Corpus luteum-Zysten waren in der Altersgruppe 20-30-jährigen, fünf in der Altersgruppe 31-40-

jährigen, sechs in der Altersgruppe 41-50-jährigen und eine Corpus luteum-Zyste in der Altersgruppe der 51-80jährigen abgrenzbar.

Das Volumen konnte bei 171/187 (91 %) sichtbaren Ovarien bestimmt werden. In 139/187 (74 %) sichtbaren Ovarien konnte das Volumen der jeweils größten Follikelzyste bestimmt werden. Das mittlere Volumen des rechten Ovars betrug $6,63 \text{ cm}^3$ (SD= $6,29 \text{ cm}^3$), das mittlere Volumen des linken Ovars betrug $6,63 \text{ cm}^3$ (SD= $5,87 \text{ cm}^3$). Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($p= 0,073$). Das mittlere Volumen der größten Follikelzyste im rechten Ovar betrug $1,27 \text{ cm}^3$ (SD= $3,14 \text{ cm}^3$) und im linken Ovar $0,81 \text{ cm}^3$ (SD= $1,98 \text{ cm}^3$). Die Differenz war statistisch signifikant ($p= 0,047$). Die mittlere Anzahl der Follikelzysten im rechten Ovar betrug 7,84 (SD= 7,74). Die mittlere Anzahl der Follikelzysten im linken Ovar betrug 7,01 (SD= 6,63). Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($p= 0,709$). Die Volumina der Ovarien und der größten Follikelzysten (largest ovarian follicle= LFC) in den verschiedenen Altersgruppen sind in Tabelle 3 gelistet.

Tab. 2: Merkmale der Ovarien in den verschiedenen Altersgruppen

	Rechte Ovarien					Linke Ovarien				
	Alle <i>n</i> (%)	20-30 J. <i>n</i> (%)	31-40 J. <i>n</i> (%)	41-50 J. <i>n</i> (%)	51-80 J. <i>n</i> (%)	Alle <i>n</i> (%)	20-30 J. <i>n</i> (%)	31-40 J. <i>n</i> (%)	41-50 J. <i>n</i> (%)	51-80 J. <i>n</i> (%)
Ovarien	<i>P</i> = 0,036					<i>P</i> = 0,112				
Sichtbar	93 (95,9)	19 (100)	20 (100)	28 (100)	26 (86,7)	94 (96,9)	19 (100)	20 (100)	28 (100)	27 (90,0)
Nicht sichtbar	4 (4,1)	0	0	0	4 (13,3)	3 (3,1)	0	0	0	3 (10,0)
Lokalisation	<i>P</i> = 0,560					<i>P</i> = 0,411				
Fossa ovarica	83 (89,2)	18 (94,7)	16 (80,0)	25 (89,0)	24 (92,3)	84 (89,4)	16 (84,2)	20 (100)	24 (85,7)	24 (88,9)
Cul-de-sac	5 (5,4)	1 (5,3)	1 (5,0)	1 (3,6)	0	1 (1,1)	0	0	1 (3,6)	0
Beckenrand	5 (5,4)	0	3 (15,0)	2 (7,1)	2 (7,7)	9 (9,5)	3 (15,8)	0	3 (10,7)	3 (11,1)
Kortex/Medulla	<i>P</i> < 0,0005					<i>P</i> < 0,0005				
Unterscheidbar	37 (38,1)	16 (84,2)	11 (55,0)	10 (35,7)	0	58 (59,8)	16 (84,2)	12 (60,0)	9 (32,1)	2 (6,7)
Nicht unterscheidbar	60 (61,9)	3 (15,8)	9 (45,0)	18 (64,3)	30 (100)	39 (40,2)	3 (15,8)	8 (40,0)	19 (67,9)	28 (93,3)
Follikelzysten	<i>P</i> < 0,0005					<i>P</i> < 0,0005				
Vorhanden	67 (69,8)	19 (100)	18 (94,7)	23 (82,1)	7 (23,3)	74 (76,3)	19 (100)	20 (100)	23 (82,1)	12 (40,0)
Nicht vorhanden	29 (30,2)	0	1 (5,2)	5 (17,9)	23 (76,7)	23 (23,7)	0	0	5 (17,9)	18 (60,0)

Anmerkung:

p-Wert berechnet nach dem Fischers-Exakt-Test. *n* = Anzahl der Ovarien, Zahlen in Klammern stellen Prozente dar.

Tab. 3: Volumen der Ovarien und größten Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen

	Mittel	SD	Min	25%	Median	75%	Max	5%	95%
Volumen des rechten Ovars (cm³)									
20-30 Jahre (n = 19)	4,44	2,47	1	2,5	4,5	6,4	9	1	9
31-40 Jahre (n = 19)	9,46	7,91	1,4	4,8	7,8	11	35	1,4	35
41-50 Jahre (n = 27)	8,53	7,24	0,8	4,3	7	11,2	37,5	2,2	19,2
51-80 Jahre (n = 19)	3,29	2,69	0,9	1,5	2,8	4,3	13	0,9	13
Alle Volumina (n = 84)	6,63	6,29	0,8	2,93	4,85	8,25	37,5	1,23	18,4
Volumen des linken Ovars (cm³)									
20-30 Jahre (n = 19)	4,44	1,86	1,4	2,4	3,7	5,4	7,8	1,4	7,8
31-40 Jahre (n = 20)	9,46	5,08	2,3	4,4	5,8	9,68	24	2,55	19,65
41-50 Jahre (n = 28)	8,53	8,65	1,1	2,17	3,65	7,2	36	1,3	32
51-80 Jahre (n = 20)	3,29	2,04	0,6	1,13	2,15	4,22	7	0,7	6,85
Alle Volumina (n = 87)	6,63	5,87	0,6	2,3	3,8	6,3	36,0	1,10	18,12
Volumen der LFC, rechtes Ovar (cm³)									
20-30 Jahre (n = 19)	0,27	0,54	0,01	0,07	0,1	0,2	2,3	0,01	2,3
31-40 Jahre (n = 19)	1,12	3,40	0,01	0,06	0,1	0,5	15	0,01	15
41-50 Jahre (n = 23)	2,01	4,22	0,1	0,2	0,4	1,8	20	0,1	5,5
51-80 Jahre (n = 7)	1,86	1,92	0,02	0,1	1,6	2,5	5,7	0,02	5,7
Alle (n = 68)	1,27	3,14	0,01	0,10	0,20	1,18	20	0,02	5,61
Volumen der LFC, linkes Ovar (cm³)									
20-30 Jahre (n = 19)	0,18	0,23	0,01	0,05	0,1	0,2	1	0,01	1
31-40 Jahre (n = 19)	0,58	1,76	0,01	0,04	0,1	0,3	7,8	0,01	7,8
41-50 Jahre (n = 22)	1,4	2,85	0,01	0,1	0,2	0,8	8,8	0,02	8,3
51-80 Jahre (n = 11)	1,09	1,73	0,1	0,1	0,3	1,4	6	0,1	6
Alle (n = 71)	0,81	1,98	0,01	0,06	0,10	0,40	8,80	0,02	7,88

Anmerkungen:

LFC = größte Follikelzyste, n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung.

Die mittleren Volumina beider Ovarien zeigten einen Anstieg bis zur Altersgruppe der 31-40-jährigen und dann einen kontinuierlichen Abfall bis zur Altersgruppe der 51-80-jährigen. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ($p < 0,0005$ für das rechte Ovar und $p < 0,001$ für das linke Ovar). Die mittleren Volumina der größten Follikelzysten zeigten für beide Ovarien einen Anstieg bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen und blieben dann nahezu unverändert. Die Unterschiede waren ebenfalls statistisch signifikant ($p = 0,002$ für Follikelzysten des rechten Ovars; $p = 0,024$ für Follikelzysten des linken Ovars).

Die Abbildungen **7-10** zeigen die Boxplots zu den Volumina des rechten und linken Ovars und den Volumina der größten Follikelzysten des rechten und linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen. Die zentrale helle Säule jedes Boxplots repräsentiert die mittleren 50 % der Daten. Seine untere und obere Begrenzung liegen auf dem 25 %- und 75 %-Quantil. Die beiden senkrechten Linien (Whisker) führen zu den Minimal- bzw. Maximalwerten. Die Datenwerte außerhalb der senkrechten Linien sind Ausreißer und werden als Sterne oder Punkte angegeben [Blankenberger 1995]

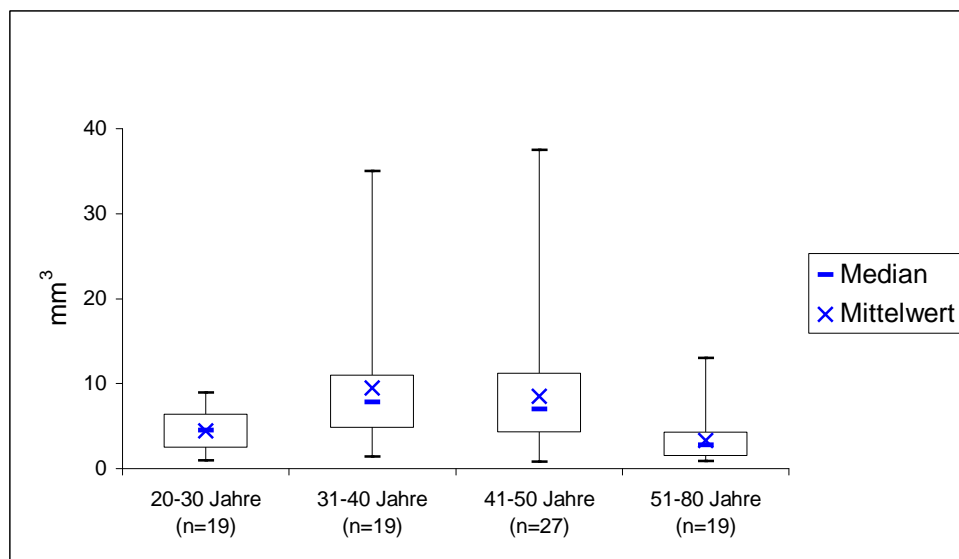


Abb. 7: Boxplot zur Darstellung des Volumens des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

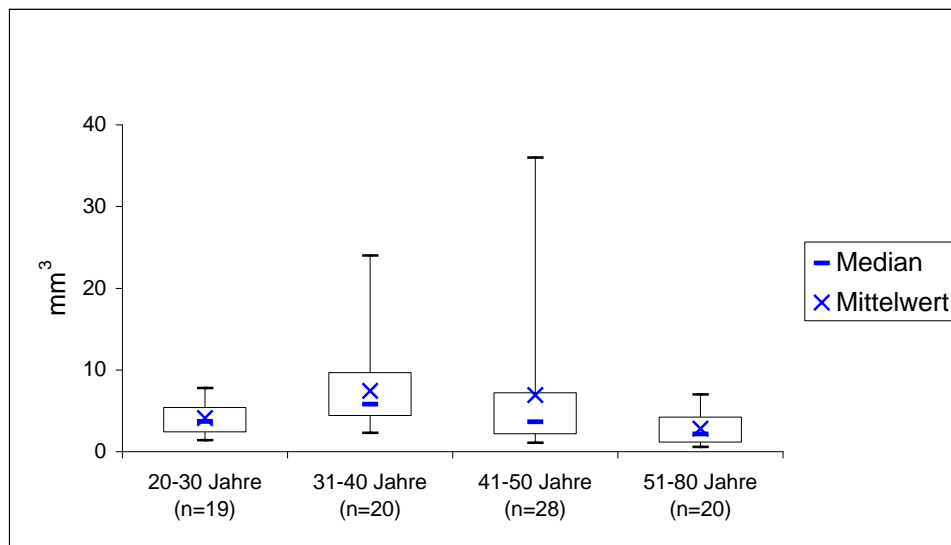


Abb. 8: Boxplot zur Darstellung des Volumens des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

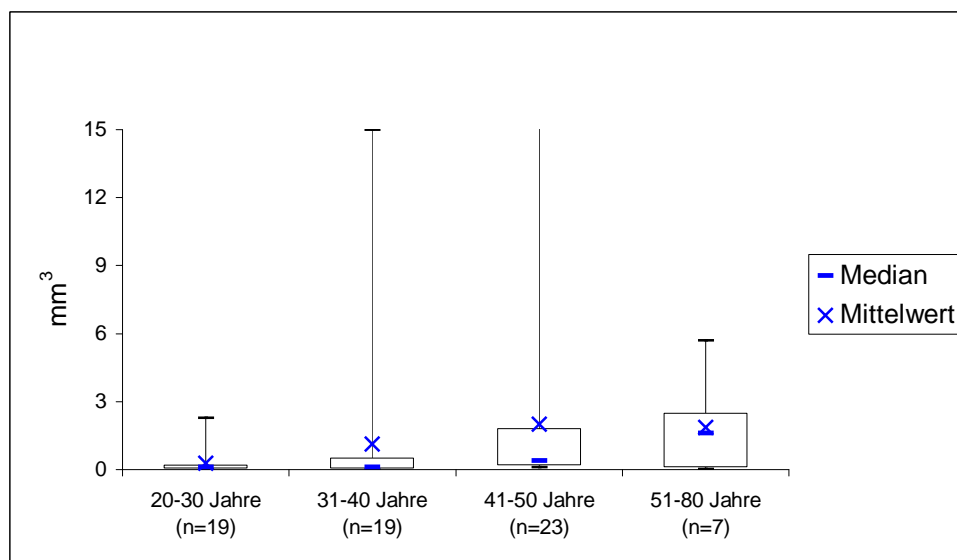


Abb. 9: Boxplot zur Darstellung des Volumens der größten Follikelzyste des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

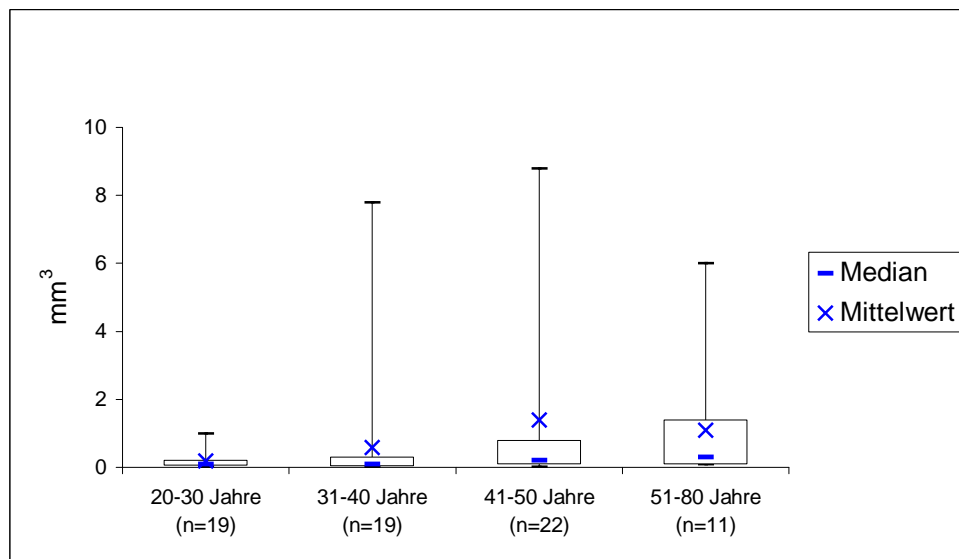


Abb. 10: Boxplot zur Darstellung des Volumens der größten Follikelzyste des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

Die größte mittlere Anzahl von Follikelzysten wurde in der Gruppe der 20-30-jährigen für das linke Ovar und in der Gruppe der 31-40-jährigen für das rechte Ovar ermittelt. Die Anzahl der Follikelzysten wird dann in den darauf folgenden Altersgruppen geringer. Bei Probandinnen aus der Altersgruppe der 51-80-jährigen konnte eine Anzahl von Follikelzysten von 1 bis 3 für beide Ovarien dokumentiert werden. Die mittlere Anzahl der Follikelzysten betrug in dieser Altersgruppe 1,57 für das rechte und 1,67 für das linke Ovar.

Tab. 4: Anzahl der Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen

	Mittel	SD	Min	25%	Median	75%	Max	5%	95%
Anzahl der Follikelzysten im rechten Ovar									
20-30 Jahre (<i>n</i> = 19)	10,16	7,10	1	5	8	14	31	1	31
31-40 Jahre (<i>n</i> = 19)	12,16	10,21	1	3	11	22	32	1	32
41-50 Jahre (<i>n</i> = 23)	4,26	3,02	1	2	3	5	11	1	11
51-80 Jahre (<i>n</i> = 7)	1,57	0,79	1	1	1	2	3	1	3
Alle (<i>n</i> = 68)	7,84	7,74	1	2	5	11	32	1	28,75
Anzahl der Follikelzysten im linken Ovar									
20-30 Jahre (<i>n</i> = 19)	11,42	5,23	1	7	11	15	20	1	20
31-40 Jahre (<i>n</i> = 19)	9,4	8,71	1	2,25	6,5	15,75	31	1	27,5
41-50 Jahre (<i>n</i> = 23)	4,07	3,31	0,5	1	3	7	12	1	10
51-80 Jahre (<i>n</i> = 12)	1,67	0,78	1	1	1,5	2	3	1	3
Alle (<i>n</i> = 74)	7,01	6,63	0,5	2	4	10,25	31	1	20

Anmerkungen:

n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung.

Die Volumina der Ovarien und der größten Follikelzysten und die Anzahl der Follikelzysten in den zwei Phasen des Menstruationszyklus zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Phase des Zyklus ($p = 0,987$ für das Volumen der rechten Ovarien, $p = 0,293$ für das Volumen der linken Ovarien, $p = 0,106$ für das Volumen der rechten Follikelzysten, $p = 0,845$ für das Volumen der linken Follikelzysten, $p = 0,761$ für die Anzahl der Follikelzysten des rechten Ovars und $p = 0,403$ für die Anzahl der Follikelzysten des linken Ovars) (Tab. 5).

Tab. 5: Volumen der Ovarien und der größten Follikelzysten in Abhängigkeit von der Phase des Menstruationszyklus

	Phase	<i>n</i>	Mittel	SD	Min	25%.	Median	75%	Max	<i>P</i>
Volumen der rechten Ovarien (cm ³)	1	31	7,42	6,59	1,00	2,70	6,60	8,40	35,00	0,987
	2	36	7,51	6,86	,80	3,28	5,05	9,38	37,50	
Volumen der linken Ovarien (cm ³)	1	31	6,61	7,97	1,40	2,10	4,30	6,60	36,00	0,293
	2	37	6,13	4,61	1,20	3,20	5,00	7,50	24,00	
Volumen der LFC, rechter Ovar (cm ³)	1	29	1,14	1,71	0,01	0,10	,20	1,80	5,70	0,106
	2	34	1,34	4,18	0,01	0,06	0,15	0,43	20,00	
Volumen der LFC, linker Ovar (cm ³)	1	30	0,70	1,87	0,01	0,10	0,20	0,30	8,80	0,845
	2	32	0,99	2,33	0,01	0,05	0,10	0,65	8,30	
Anzahl der Follikelzysten, rechter Ovar	1	29	7,41	6,47	1,00	2,50	5,00	11,00	32,00	0,761
	2	34	9,09	8,87	1,00	3,00	5,50	12,00	32,00	
Anzahl der Follikelzysten, linker Ovar	1	30	7,03	6,27	1,00	2,00	5,00	11,00	24,00	0,403
	2	35	8,43	7,09	1,00	2,00	7,00	14,00	31,00	

Anmerkungen:

p-Wert berechnet mit dem Mann-Whitney U-Test. Phase 1 des Menstruationszyklus ist die follikuläre Phase (Tag 6-15), Phase 2 des Zyklus ist die Lutealphase (Tage 16-30), LFC = größte Follikelzyste, *n* = Anzahl der Ovarien in der jeweiligen Phase. SD = Standardabweichung.

Alle drei orthogonalen Durchmesser und der maximale Durchmesser der Ovarien und größten Follikelzysten korrelierte positiv mit dem jeweiligen Volumen ($p < 0,005$ für Ovarien und $p = 0,005$ für Follikelzysten).

Für den maximalen Durchmesser war die Korrelation am größten. Bei 106/171 (62,0 %) Ovarien und 64/139 (46,0 %) Follikelzysten stellte die Höhe den maximalen Durchmesser dar. Die Breite war der maximale Durchmesser bei 38/171 (22,2 %) der Ovarien und die Länge war der maximale Durchmesser bei 43/171 (25,1%) der Ovarien. Der maximale Durchmesser stellte bei den größten Follikelzysten in 26/139 (18,7 %) Fällen die Breite und in 40/139 (28,8%) die Länge dar.

Tab. 6: Korrelation zwischen Volumen und der Breite, Länge, Höhe und maximalen Durchmesser der Ovarien und der größten Follikelzysten

		Breite	Länge	Höhe	Maximum
Volumen Ovar	r_s	0,711	0,712	0,670	0,807
	P	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
	n	171	171	171	171
Volumen der LFC	r_s	0,946	0,935	0,937	0,957
	P	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
	n	139	139	139	139

Anmerkung:

r_s = Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman. Berechneter p-Wert für die Signifikanz der Korrelation nach Spearman.

Maximal = größter Durchmesser aus Breite, Länge und Höhe des Ovars bzw. der Follikelzyste.

n = Anzahl der Ovarien bzw. der LFC's, LFC = größte Follikelzyste.

Der durchschnittliche maximale Durchmesser des rechten Ovars betrug 2,65 cm (SD= 0,88 cm) und der des linken Ovars 2,62 cm (SD= 0,94 cm).

Der durchschnittliche maximale Durchmesser der größten Follikelzyste im rechten Ovar betrug 1,11 cm (SD= 0,70 cm) und der größten Follikelzyste im linken Ovar 0,96 cm (SD= 0,62 cm). Die maximalen Durchmesser der Ovarien und der größten Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen sind in Tabelle 7 gelistet.

Tab. 7: Maximaler Durchmesser der Ovarien und der größten Follikelzyste in den verschiedenen Altersgruppen

	Mittel	SD	Min	25%.	Median	75%.	Max	5%.	95%
Max. Durchmesser rechtes Ovar (cm)									
20-30 Jahre (n = 19)	2,57	0,65	1,30	2,10	2,60	3,10	4,00	1,30	4,00
31-40 Jahre (n = 20)	2,99	0,61	1,90	2,40	3,05	3,53	4,00	1,91	4,00
41-50 Jahre (n = 28)	3,09	0,88	1,80	2,50	3,00	3,75	4,90	1,80	4,77
51-80 Jahre (n = 26)	1,98	0,81	0,70	1,18	2,00	2,55	3,50	0,74	3,36
Alle (n = 93)	2,65	0,88	0,70	2,10	2,60	3,20	4,90	0,97	4,30
Max. Durchmesser linkes Ovar (cm)									
20-30 Jahre (n = 19)	2,59	0,50	1,70	2,20	2,60	2,90	3,70	1,70	3,70
31-40 Jahre (n = 20)	3,12	0,87	1,90	2,60	2,95	3,60	5,60	1,90	5,54
41-50 Jahre (n = 28)	2,90	1,04	1,60	2,13	2,65	3,58	5,70	1,69	5,52
51-80 Jahre (n = 27)	1,99	0,78	0,70	1,40	1,90	2,70	3,30	0,78	3,30
Alle (n = 94)	2,62	0,94	0,70	1,98	2,60	3,20	5,70	1,05	4,35
Max. Durchmesser von LFC rechtes Ovar (cm)									
20-30 Jahre (n = 19)	0,75	0,32	0,40	0,60	0,60	0,90	1,80	0,40	1,80
31-40 Jahre (n = 19)	0,94	0,71	0,30	0,50	0,70	1,00	3,20	0,30	3,20
41-50 Jahre (n = 23)	1,44	0,76	0,60	0,80	1,10	2,10	3,60	0,62	3,36
51-80 Jahre (n =)	1,51	0,67	0,50	0,80	1,60	1,90	2,50	0,50	2,50
Alle (n = 68)	1,11	0,70	0,30	0,60	0,85	1,60	3,60	0,40	2,46
Max. Durchmesser von LFC, linkes Ovar (cm)									
20-30 Jahre (n = 19)	0,69	0,29	0,30	0,40	0,70	0,90	1,40	0,30	1,40
31-40 Jahre (n = 20)	0,82	0,50	0,30	0,50	0,70	0,90	2,60	0,31	2,54
41-50 Jahre (n = 23)	1,09	0,75	0,30	0,60	0,80	1,40	3,00	0,30	2,96
51-80 Jahre (n = 12)	1,40	0,67	0,50	0,93	1,25	1,78	2,60	0,50	2,60
Alle (n = 74)	0,96	0,62	0,30	0,58	0,80	1,03	3,00	0,30	2,60

Anmerkungen:

n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung, LFC = größte Follikelzyste.

Der durchschnittliche maximale Durchmesser zeigte für das rechte Ovar eine Zunahme bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen und für das linke Ovar eine Zunahme bis zur Altersgruppe der 31-40-jährigen Frauen mit einem Abfall in den älteren Altersgruppen. Der Zusammenhang war statistisch signifikant (jeweils $p < 0,0005$ für das rechte Ovar und das linke Ovar). Der durchschnittliche maximale Durchmesser der größten Follikelzyste zeigte für beide Ovarien einen Anstieg mit zunehmendem Alter, wobei der jeweils größte durchschnittliche maximale Durchmesser in der ältesten Probandinnengruppe beobachtet wurde. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ($p = 0,003$ für Follikelzysten des rechten Ovars; $p < 0,005$ für Follikelzysten des linken Ovars).

Die Abbildungen **11-14** zeigen die Boxplots zu den maximalen Durchmessern des rechten und linken Ovars und die maximalen Durchmesser der größten Follikelzyste des rechten und linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen.

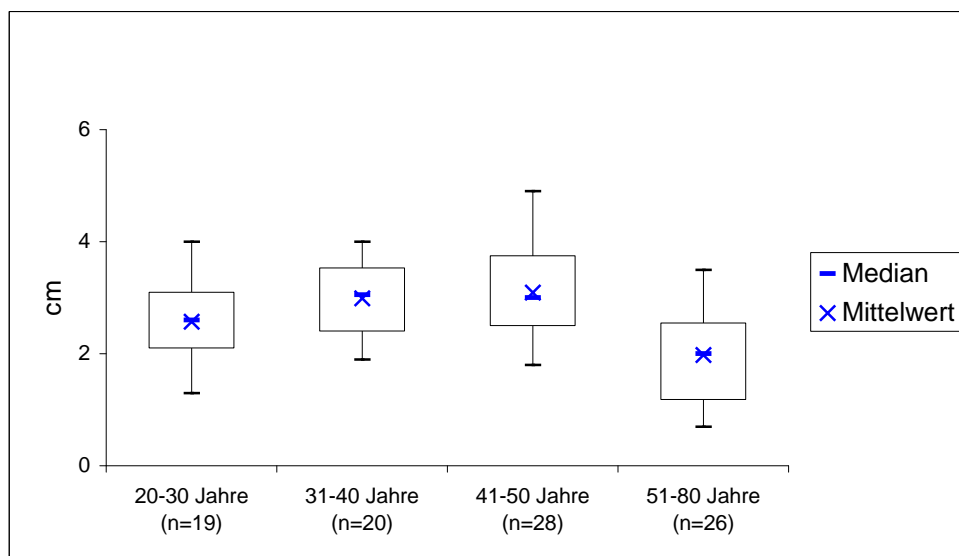


Abb. 11: Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

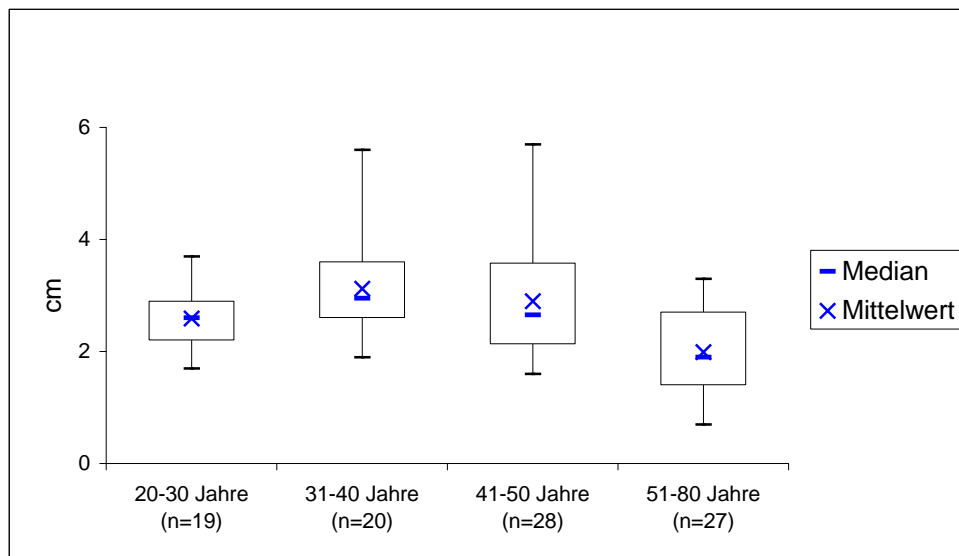


Abb. 12: Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

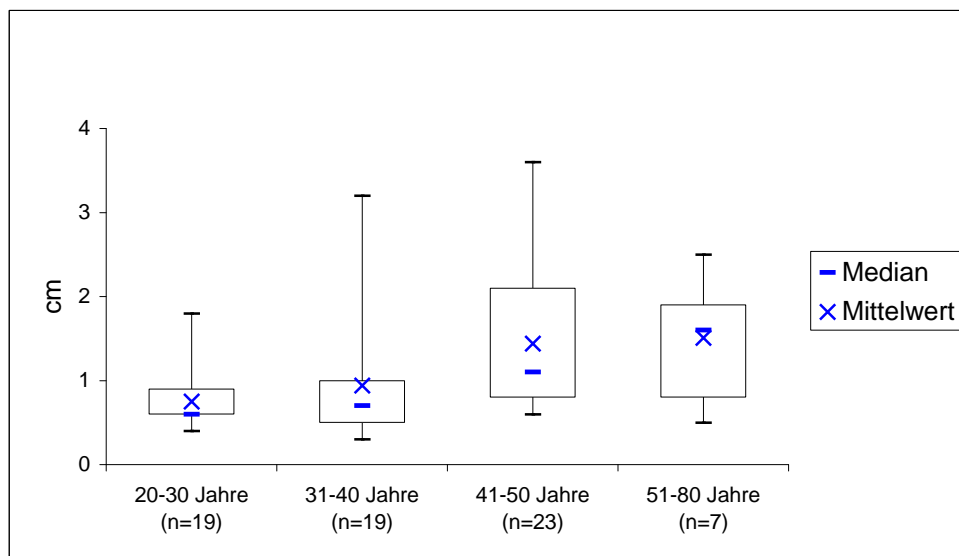


Abb. 13: Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers der größten Follikelzyste des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

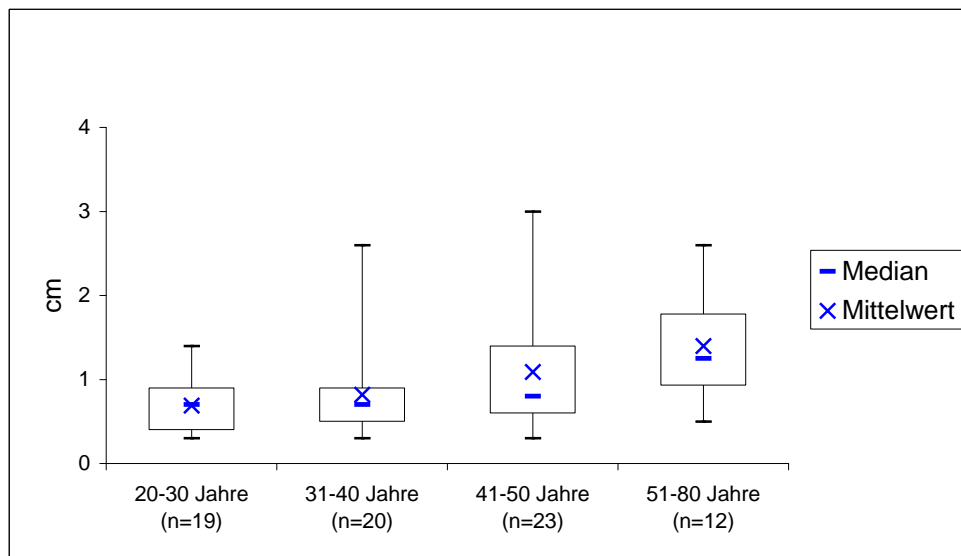


Abb. 14: Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers der größten Follikelzyste des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen

In den kontrastverstärkten Sequenzen der MRT konnten keine malignomsuspekten Veränderungen von Uterus und Zervix gesehen werden. Ebenso zeigte die Verlaufskontrolle nach 6 Monaten mittels der transvaginalen Sonographie keine malignomsuspekten Veränderungen.

Die Abbildungen **15-17** zeigen Ovarien und Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen.



Abb. 15: Ovarien einer 23-jährigen Probandin

Axiale T2-gewichtete Sequenz mit Fettsuppression: Die Ovarien (Pfeile) lassen sich mit zahlreichen kleinen hyperintensiven Follikelzysten abgrenzen.



Abb. 16: Ovar einer 30-jährigen Probandin

Sagittale T2-gewichtete Sequenz ohne Fettsuppression: Das linke Ovar (Pfeil) stellt sich mit zahlreichen kleinen hyperintensiven Follikelzysten dar.

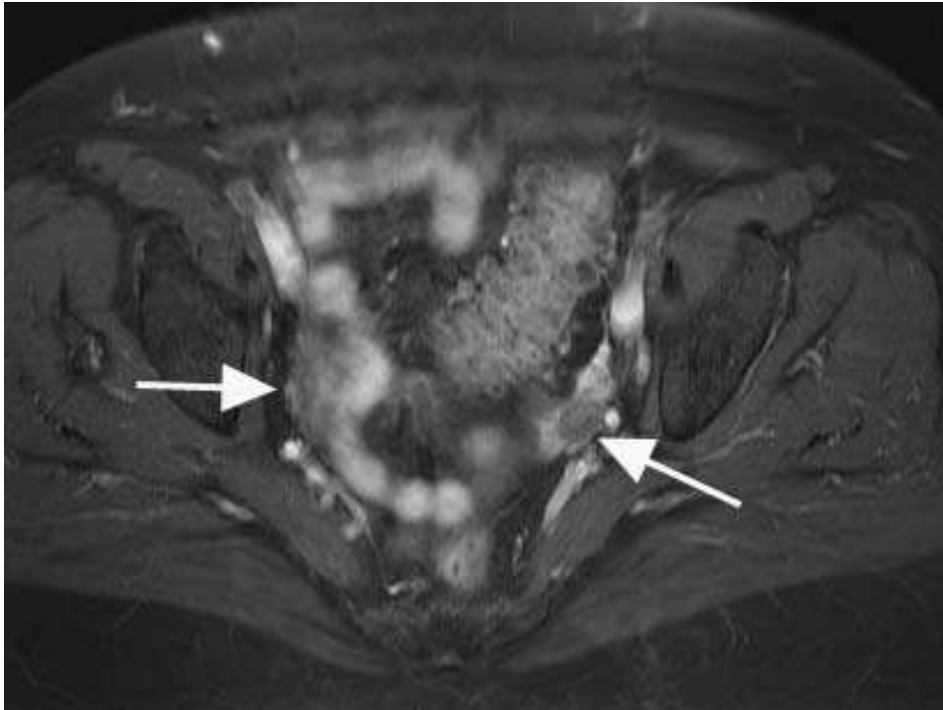


Abb. 17: Ovarien einer 46-jährigen Probandin

In der kontrastverstärkten T1-gewichteten TSE-Sequenz mit Fettsättigung lassen sich die atrophen Ovarien (Pfeile) abgrenzen

4.2 Uterus

In der Mehrzahl der Fälle lagen eine Anteflexion des Uterus und eine Uterus-deviation nach rechts vor. Die Unterschiede in den verschiedenen Altersgruppen waren jedoch nicht statistisch signifikant ($p = 0,089$). Wir konnten Ovula Nabothi bei 58/100 (58 %) der Frauen abgrenzen. Das Vorhandensein von Ovula Nabothi war in den verschiedenen Altersgruppen statistisch signifikant verschieden ($p < 0,0005$). Bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen nahm die Häufigkeit stetig zu und in der Gruppe der 51-80jährigen wieder ab (Tab. 8). Bei 40/100 (40 %) Frauen waren Myome abgrenzbar. Das Vorhandensein von Myomen stieg zwar bis zum Alter von 31-40 Jahren an, die Unterschiede zwischen den Altersgruppen waren jedoch statistisch nicht signifikant ($p = 0,115$). Hinsichtlich der Häufigkeit der subserösen, intramuralen, und submukösen Myome fanden sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen. Eine Adenomyosis uteri wurde bei 12/100 (12 %) Probandinnen festgestellt. 10 dieser 12 Probandinnen waren über 40 Jahre alt. Bei 5/12 (42 %) der Frauen war die Adenomyosis uteri mit Myomen vergesellschaftet. Bei 53/100 (53 %) Probandinnen wurde weder eine Adenomyosis uteri interna noch Myome festgestellt (NMA-Gruppe). Die Merkmale des Uterus in den verschiedenen Altersgruppen sind in Tabelle 8 dokumentiert.

Tab. 8: Merkmale des Uterus in den verschiedenen Altersgruppen

	Alle n (%)	20-30 n (%)	31-40 n (%)	41-50 n (%)	51-80 n (%)	p
Flexion des Uterus						
Anteflexion	81 (81)	19 (95)	17 (85)	25 (83,3)	20 (66,7)	0,089
Retroflexion	19 (19)	1 (5)	3 (15)	5 (16,7)	10 (33,3)	
Uterusabweichung						
Deviation links	36 (36)	10 (50)	7 (35)	9 (30)	10 (33,3)	0,679
Deviation rechts	44 (44)	8 (40)	7 (35)	15 (50)	14 (46,7)	
Zentrale Lage	20 (20)	2 (10)	6 (30)	6 (20)	6 (20,0)	
Ovula Nabothi						
Vorhanden	58 (58)	2 (10)	14 (70)	24 (80)	18 (60)	< 0,0005
Nicht vorhanden	42 (42)	18 (90)	6 (30)	6 (20)	12 (40)	
Myome						
Vorhanden	40 (40)	4 (20)	9 (45)	11 (36,7)	16 (53,3)	0,115
Nicht vorhanden	60 (60)	16 (80)	11 (55)	19 (63,3)	14 (46,7)	
Subseröse Myome						
Vorhanden	19 (19)	2 (10)	5 (25)	4 (13,3)	8 (26,7)	0,402
Nicht vorhanden	81 (81)	18 (90)	15 (75)	26 (86,7)	22 (73,3)	
Intramurale Myome						
Vorhanden	32 (32)	3 (15)	4 (21)	11 (36,7)	14 (46,7)	0,078
Nicht vorhanden	67 (67)	17 (85)	15 (79)	19 (63,3)	16 (53,3)	
Submuköse Myome						
Vorhanden	4 (4)	0	1 (5)	1 (3,3)	2 (6,7)	0,908
Nicht vorhanden	96 (96)	20 (100)	19 (95)	29 (96,7)	28 (93,3)	
Adenomyosis uteri						
Vorhanden	12 (12)	0	2 (10)	6 (20)	4 (13,3)	0,173
Nicht vorhanden	88 (88)	20 (100)	18 (90)	24 (80)	26 (86,7)	
Adenomyosis uteri (E)/ Myome (M)						
E nein / M nein	53 (53)	16 (80)	9 (45)	16 (53,3)	12 (40)	0,143
E ja / M nein	7 (7)	0	2 (10)	3 (10)	2 (6,7)	
E nein / M ja	35 (35)	4 (20)	9 (45)	8 (26,7)	14 (46,7)	
E ja / M ja	5 (5)	0	0	3 (10)	2 (6,7)	

Anmerkungen:

Der p-Wert wurde durch den Fischers-Exakt-Test berechnet. Zahlen in Klammern stellen Prozentangaben dar.

Die mittlere Anzahl der Myome pro Uterus stieg bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen an und fiel dann wieder bis zu einem Alter von 51-80 Jahren ab. Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen zeigte jedoch keine statistische Signifikanz ($p = 0,066$) (Tabelle 9).

Tab. 9: Anzahl der Myome pro Uterus in den verschiedenen Altersgruppen

Anzahl der Myome	N	Mittel	SD	Min	25%	Median	75%	Max
20-30 Jahre (n = 20)	4	1,25	0,50	1	1,0	1,0	1,8	2
31-40 Jahre (n = 20)	9	2,88	2,95	1	1,3	2,0	2,8	10
41-50 Jahre (n = 30)	11	7,36	6,79	1	2,0	5,0	11,0	21
51-80 Jahre (n = 30)	16	4,00	3,56	1	1,0	2,0	6,8	12
Alle (n = 100)	40	4,44	4,78	1	1,0	2,0	6,0	21

Anmerkungen:

n = Anzahl der Probandinnen, N = Anzahl der Probandinnen mit Myomen,

SD = Standardabweichung.

Die Volumina von Uterus und Zervix konnte bei allen 100 Probandinnen bestimmt werden. Das mittlere Uterusvolumen betrug in der NMA-Gruppe $48,9 \text{ cm}^3$ (SD: $21,3 \text{ cm}^3$) und in der MA-Gruppe $88,0 \text{ cm}^3$ (SD: $76,3 \text{ cm}^3$). Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war statistisch signifikant ($p = 0,001$). Das mittlere Uterusvolumen der NMA-Gruppe zeigte einen signifikanten Anstieg bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen und anschließend einen Abfall in der Gruppe der 51-80-jährigen Frauen ($p = 0,040$). Das mittlere Uterusvolumen in der MA-Gruppe zeigte ebenfalls eine signifikante Zunahme bis zur Altersgruppe von 41-50 Jahren und dann eine Verminderung in der Altersgruppe von 51-80 Jahren ($p = 0,026$). Das mittlere Volumen der Zervix betrug $18,8 \text{ cm}^3$ (SD: $12,8 \text{ cm}^3$).

Das Volumen der Zervix zeigte einen Anstieg bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen und dann einen Abfall in der Gruppe der 41-50-jährigen Frauen. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ($p < 0,0005$). Die Uterusvolumina der

NMA- und MA-Gruppe und die Volumina der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tab. 10: Volumen von Uterus und Zervix in den verschiedenen Altersgruppen

	Mittel	SD	Min	25%	Median	75%	Max
Volumen der Uteri ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (cm³) (NMA)							
20-30 Jahre (n = 16)	41,6	13,5	22	30,5	42,5	50	65
31-40 Jahre (n = 9)	56,2	8,7	42	51	56	60	73
41-50 Jahre (n = 16)	56,8	17,7	22	41,5	58	69	83
51-80 Jahre (n = 12)	42,8	33,9	7	16	30,5	60,5	114
Alle Volumina (n = 53)	48,9	21,3	7	38	50	61	114
Volumen der Uteri mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri (cm³) (MA)							
20-30 Jahre (n = 4)	38,5	20,0	23	23	33	54	65
31-40 Jahre (n = 11)	84,0	77,1	41	43	55	85	297
41-50 Jahre (n = 14)	127,3	102,2	36	79	104,5	129	431
51-80 Jahre (n = 18)	71,0	45,0	14	37	63	96	181
Alle Volumina (n = 47)	88,0	76,3	14	43	63	98	431
Volumen der Zervix (cm³)							
20-30 Jahre (n = 20)	11,3	4,0	6	7	12	14	19
31-40 Jahre (n = 20)	20,6	14,9	10	14,5	17,5	20,5	82
41-50 Jahre (n = 30)	23,1	16,2	6	13	21	24	92
51-80 Jahre (n = 30)	18,4	8,9	5	11	18	24	37
Alle Volumina (n = 100)	18,8	12,8	5	12	17	22	92

Anmerkungen:

n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung.

Die Abbildungen **18-20** zeigen die Boxplots zu den Volumina von Uterus und Zervix in den verschiedenen Altersgruppen.

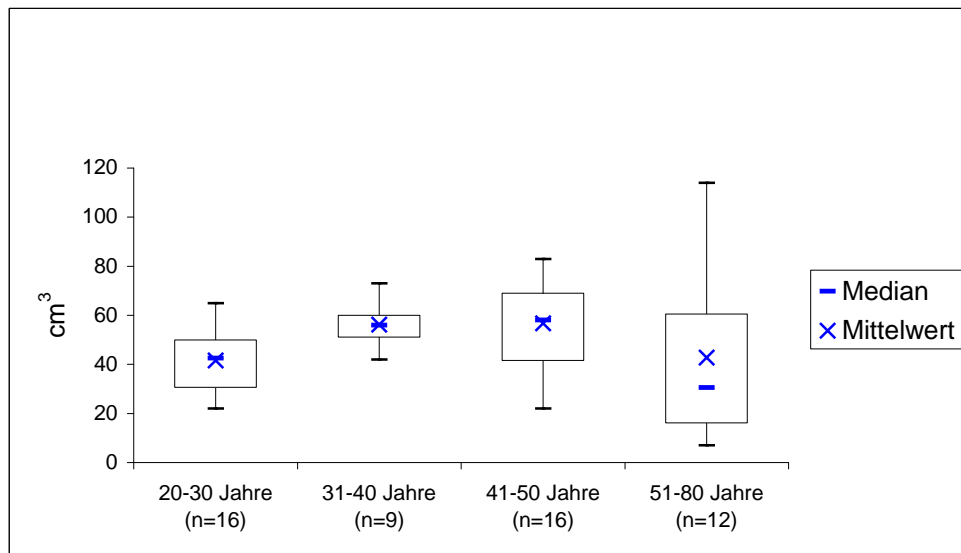


Abb. 18: Boxplot zur Darstellung der Volumina des Uterus der NMA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen

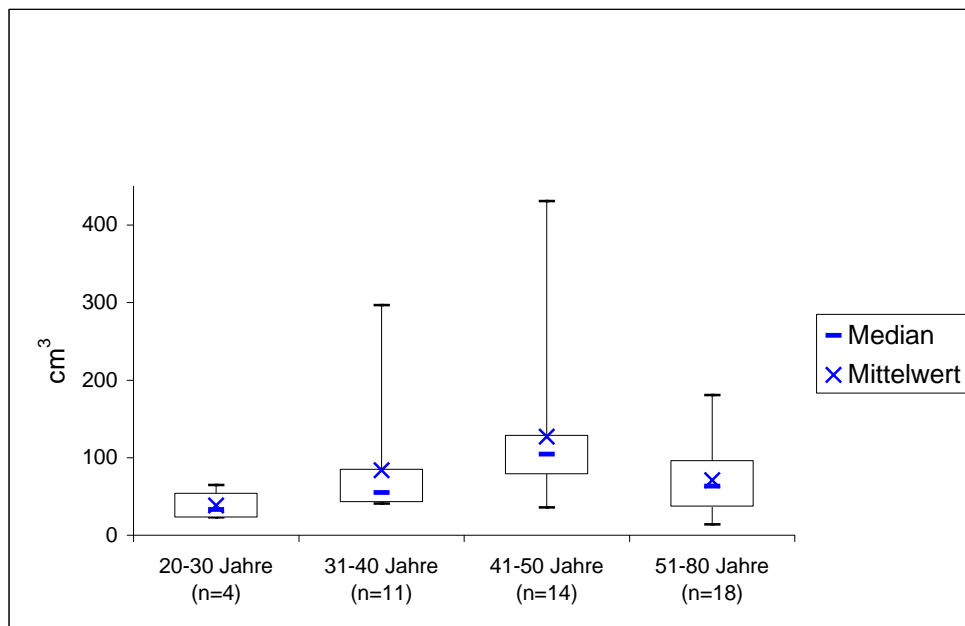


Abb. 19: Boxplot zur Darstellung der Volumina des Uterus der MA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen

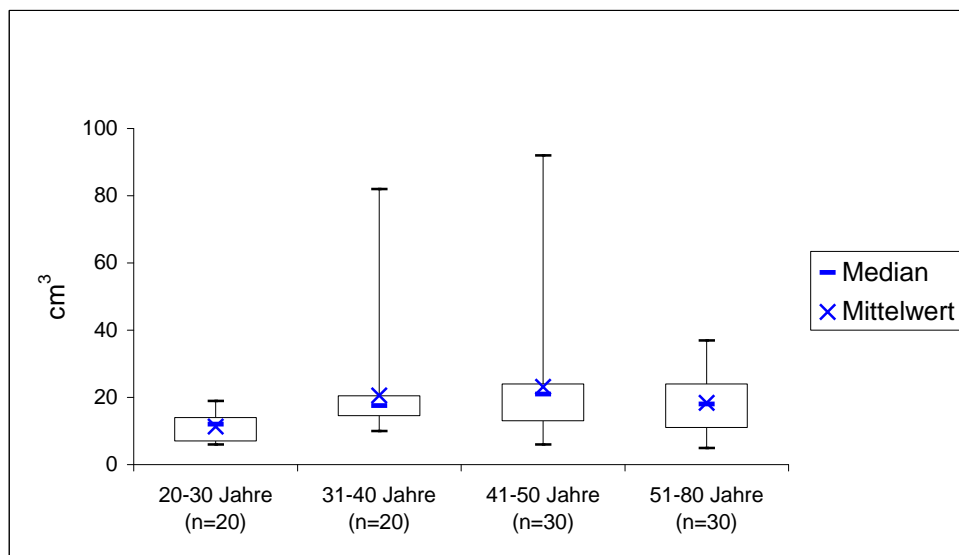


Abb. 20: Boxplot zur Darstellung der Volumina der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen

Die mittlere Dicke des Endometriums betrug 0,6 cm (SD: 0,3 cm; Spannweite: 0,2-1,4 cm). In der Altersgruppe der 51-80jährigen war die Endometriumzone bei drei Probandinnen zu dünn, sodass keine Messung erfolgen konnte. Wir konnten eine Zunahme der Endometriumdicke bis zur Altersgruppe der 41-50jährigen Frauen mit einer Abnahme in der Altersgruppe der 51-80-jährigen feststellen. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ($p = 0,011$). Bei allen Frauen stellte sich die Endometriumzone in den T2-gewichteten Sequenzen mit einer homogenen hyperintensiven Signalintensität dar.

Die mittlere Dicke der Junktionalzone lag in der NMA-Gruppe bei 0,7 cm (SD: 0,2 cm; Spannweite: 0,1-1 cm) und in der MA-Gruppe bei 0,9 cm (SD: 0,4 cm; Spannweite: 0,1-1,9 cm). Bei 2 Probandinnen aus der Gruppe der 51-80-jährigen konnte die Junktionalzone nicht abgegrenzt werden, weshalb keine Messung erfolgen konnte. Die Dicke der Junktionalzone zeigte für die NMA- und die MA-Gruppe jeweils einen signifikanten Anstieg bis zur Altersgruppe der 41-50jährigen Frauen mit einer Abnahme in der Gruppe der 52-80-jährigen Frauen ($p = 0,025$ bzw. $p = 0,027$). Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit und ohne Myomen und/oder Adenomyosis uteri war ebenfalls statistisch signifikant ($p = 0,042$).

Die mittlere Myometriumdicke betrug in der NMA-Gruppe 1,0 cm (SD: 0,2 cm; Spannweite: 0,4-1,5 cm) und in der MA-Gruppe 1,1 cm (SD: 0,7 cm; Spannweite: 0,2-3,6 cm). Für beide Gruppen konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen festgestellt werden ($p = 0,660$ bzw. $p = 0,301$).

Tab. 11: Dicke der zonalen Schichten in den verschiedenen Altersgruppen

	Mittel	SD	Min	25%	Median	75%	Max
Endometrium (cm)							
20-30 Jahre (n = 20)	0,6	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	1,1
31-40 Jahre (n = 20)	0,7	0,4	0,2	0,5	0,6	0,8	1,4
41-50 Jahre (n = 30)	0,7	0,3	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4
51-80 Jahre (n = 27)	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6	1,2
Alle (n = 97)	0,6	0,3	0,2	0,3	0,5	0,7	1,4
Übergangszone ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (cm) (NMA)							
20-30 Jahre (n = 16)	0,5	0,2	0,2	0,3	0,6	0,7	1,0
31-40 Jahre (n = 9)	0,7	0,2	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9
41-50 Jahre (n = 16)	0,8	0,2	0,3	0,7	0,8	0,85	0,9
51-80 Jahre (n = 11)	0,7	0,3	0,1	0,6	0,8	0,9	1,0
Alle (n = 52)	0,7	0,2	0,1	0,6	0,7	0,85	1,0
Übergangszone mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri (cm) (MA)							
20-30 Jahre (n = 4)	0,5	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6
31-40 Jahre (n = 11)	0,9	0,2	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3
41-50 Jahre (n = 14)	1,1	0,4	0,5	0,7	1,0	1,4	1,9
51-80 Jahre (n = 17)	0,8	0,5	0,1	0,4	0,7	1,1	1,8
Alle (n = 46)	0,9	0,4	0,1	0,6	0,8	1,1	1,9
Myometrium ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (cm)							
20-30 Jahre (n = 16)	1,0	0,2	0,7	0,8	1,0	1,15	1,5
31-40 Jahre (n = 9)	1,0	0,2	0,7	0,9	1,0	1,0	1,2
41-50 Jahre (n = 16)	1,0	0,2	0,5	0,85	1,0	1,1	1,5
51-80 Jahre (n = 12)	0,9	0,3	0,4	0,75	0,9	1,05	1,3
Alle (n = 530)	1,0	0,2	0,4	0,8	1,0	1,1	1,5
Myometrium mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri (cm)							
20-30 Jahre (n = 4)	0,8	0,2	0,7	0,7	0,8	0,95	1,0
31-40 Jahre (n = 11)	1,0	0,1	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
41-50 Jahre (n = 14)	1,2	0,6	0,6	1,0	1,1	1,3	3,2
51-80 Jahre (n = 18)	1,2	0,9	0,2	0,7	0,9	1,4	3,6
Alle (n = 47)	1,1	0,7	0,2	0,8	1,0	1,2	3,6

Anmerkungen:

n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung.

Die Abbildungen **21-23** zeigen die Boxplots zu den Dicken der Endometriumzone, Junktionalzone und Myometriumzone in den verschiedenen Altersgruppen.

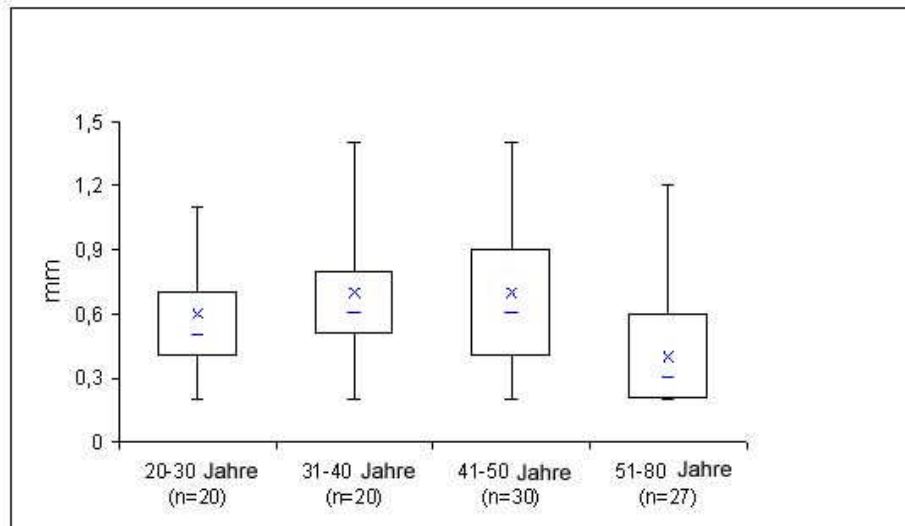


Abb. 21: Boxplot zur Darstellung Dicke der Endometriumzone in den verschiedenen Altersgruppen. — =Median, X= Mittelwert.

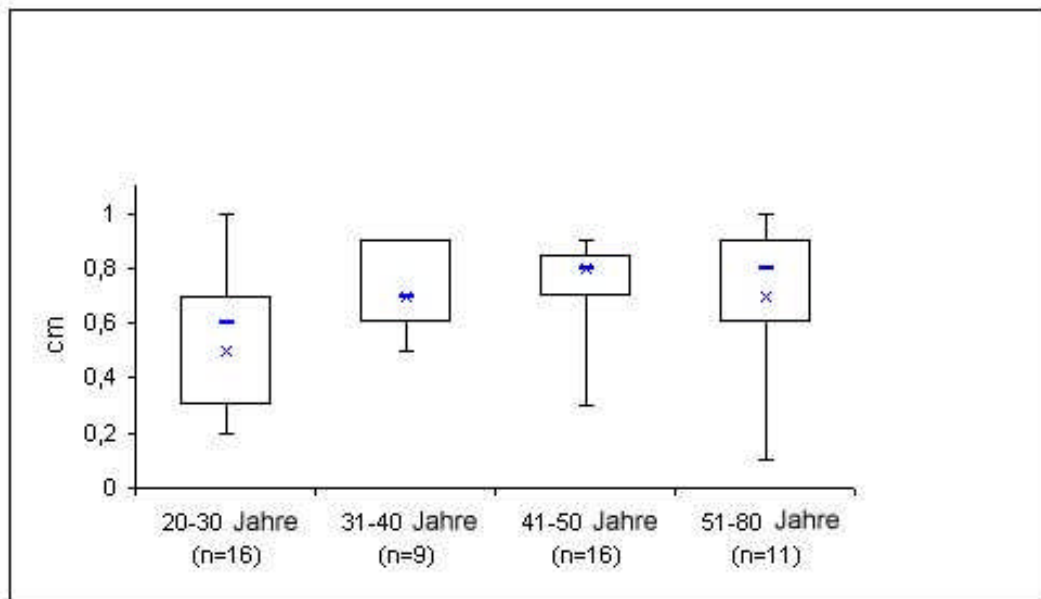


Abb. 22: Boxplot zur Darstellung der Junktionalzone in der NMA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen. — =Median, X= Mittelwert.

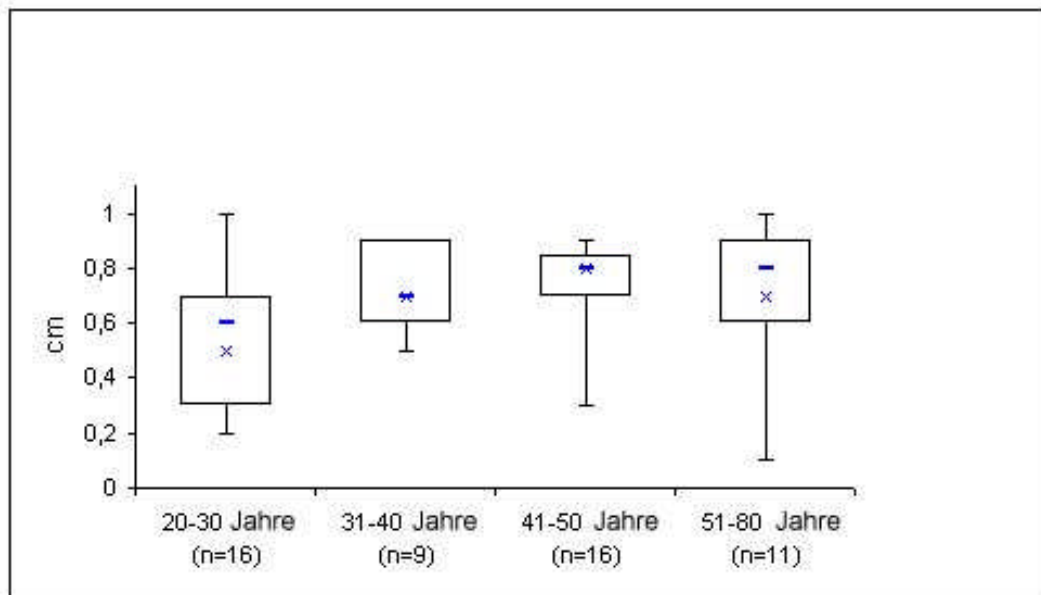


Abb. 23: Boxplot zur Darstellung der Junktionalzone in der MA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen.— =Median, X= Mittelwert.

Der Vergleich der Volumina von Uterus und Zervix und der Dicken des Endometriums, Junktionalzone und Myometriums zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede in den beiden Zyklusphasen (Tabelle 12).

Tab. 12: Volumina und Dicke der Zonen in Abhängigkeit von der Zyklusphase

	Phase	n	Mittel	SD	Min	25%.	Median	75%	Max	p
Volumen Uterus	1	19	53,2	17,9	22	39	51	67	90	0,715
NMA (cm ³)	2	21	50,8	17,1	22	42	50	61	83	
Volumen uterus	1	13	115,2	111,4	23	49	88	115	431	0,857
MA (cm ³)	2	18	95,6	63,6	41	44	85,5	112	297	
Volumen Zervix	1	32	20,1	13,7	6	11,5	18,5	23	82	0,513
(cm ³)	2	39	19,7	15,0	6	13	15	21	92	
Endometrium	1	32	0,6	0,2	0,3	0,5	0,6	0,75	1,1	0,921
(cm)	2	39	0,7	0,4	0,2	0,4	0,6	0,9	2,2	
Junktionalzone	1	19	0,7	0,2	0,2	0,4	0,8	0,9	0,9	0,395
NMA (cm)	2	21	0,6	0,2	0,2	0,6	0,7	0,8	1	
Junktionalzone	1	13	0,9	0,5	0,2	0,5	0,9	1,1	1,9	0,920
MA (cm)	2	18	0,9	0,3	0,6	0,7	0,85	1	1,5	
Myometrium	1	19	1,0	0,2	0,7	0,9	1	1,1	1,4	0,956
NMA (cm)	2	21	1,0	0,3	0,5	0,8	1	1,1	1,5	
Myometrium MA	1	13	1,3	0,6	0,7	1	1,1	1,4	3,2	0,178
(cm)	2	18	1,0	0,2	0,6	0,8	1	1,1	1,2	

Anmerkungen:

p-Wert berechnet nach Mann-Whitney U Test, NMA = Uterus ohne Myome und/oder Adenomyosis uterin interna; MA= Uterus mit Myome und/oder Adenomyosis uterin interna. Phase 1 des Menstruationszyklus ist die follikuläre Phase (Tage 6-15), Phase 2 des Zyklus ist die Lutealphase (Tage 16-30), n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung.

Alle drei orthogonalen Durchmesser und der maximale Durchmesser des Uterus und der Zervix korrelierten mit dem Volumen des Uterus und der Zervix ($p < 0,0005$). Die Höhe der Uterus zeigte die höchste Korrelation mit dem Volumen des Uterus. Der maximale Durchmesser in der MA-Gruppe stellte in 14/53 (26,4 %) Fällen die Breite und in 39/53 (73,6 %) Fällen die Länge dar. Der maximale Durchmesser in der NMA-Gruppe stellte in 20/47 (42,6 %) die Breite, in 25/47 (53,2 %) die Länge und in 2/47 (4,3 %) Fällen die Höhe dar.

Die beste Korrelation mit dem Volumen der Zervix stellte der maximale Durchmesser der Zervix dar. Der maximale Durchmesser der Zervix war die Breite in 70/100 (70 %), die Länge in 18/100 (18 %) und die Höhe in 12/100 (12 %) Fällen (Tabelle 13).

Tab. 13: Korrelation zwischen Volumen und der Breite, Länge und Höhe des Uterus und der Zervix

		Breite	Länge	Höhe	Maximum
Uterusvolumen (NMA)	r_s	0,766	0,868	0,926	0,857
	P	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
	n	53	53	53	53
Uterusvolumen (MA)	r_s	0,904	0,902	0,938	0,928
	P	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
	n	47	47	47	47
Volumen der Zervix	r_s	0,655	0,641	0,671	0,733
	P	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
	n	100	100	100	100

Anmerkungen:

r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman; p-Wert berechnet nach dem Test für Signifikanz der Korrelation, Maximum = größter Durchmesser aus Breite, Länge oder Höhe von Uterus und Zervix, n = Anzahl der Uteri und Zervix, NMA = Uterus ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri, MA = Uterus mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri.

Die mittlere Höhe des Uterus der NMA-Gruppe betrug 3,7 cm (SD: 0,8 cm Spannweite: 1,7-5,8 cm) (Tabelle 14). Die mittlere Höhe des Uterus der MA-Gruppe betrug 4,6 cm (SD: 1,5 cm Spannweite: 2,3-8,8 cm). Die mittlere Uterushöhe der NMA-Gruppe zeigte eine Zunahme bis zur Altersgruppe von 41-50 Jahren und eine Abnahme in der Gruppe der 51-80-jährigen Frauen. Die Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant ($p = 0,072$). Die mittlere Uterushöhe der MA-Gruppe zeigte auch eine Zunahme bis zur Altersgruppe von 41-50 Jahren und eine Abnahme mit zunehmendem Alter. Dieser Unterschied war statistisch ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,083$). Der Unterschied zwischen der MA- und NMA-Gruppe war hingegen statistisch signifikant ($p = 0,001$).

Der maximale Durchmesser des Zervix betrug im Mittel 3,9 cm (SD: 0,8 cm, Spannweite: 2,4-6,1 cm). Der maximale Durchmesser stieg bis zu einem Alter von 41-50 Jahren an und fiel im Alter von 51-80 Jahren ab. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ($p < 0,0005$).

Tab. 14: Höhe des Uterus und maximaler Durchmesser der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen

	Mittel	SD	Min	25%.	Median	75%.	Max	5%.	95%
Höhe der Uteri ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri interna (cm) (NMA)									
20-30 Jahre (n = 16)	3,5	0,5	2,6	3,1	3,5	3,8	4,2	2,6	4,2
31-40 Jahre (n = 9)	3,9	0,4	3,3	3,7	3,8	4,1	4,5	3,3	4,5
41-50 Jahre (n = 16)	4,0	0,6	2,7	3,6	4	4,5	5	2,7	5
51-80 Jahre (n = 12)	3,5	1,2	1,7	2,75	3,25	4,15	5,8	1,7	5,8
Alle (n = 53)	3,7	0,8	1,7	3,2	3,7	4,1	5,8	2,6	5
Höhe der Uteri mit Myome und/oder Adenomyosis uteri interna (cm) (MA)									
20-30 Jahre (n = 4)	3,7	0,9	2,8	3	3,5	4,3	4,8	2,8	4,8
31-40 Jahre (n = 11)	4,6	1,5	3,2	3,5	4,1	5,3	8,4	3,2	8,4
41-50 Jahre (n = 14)	5,3	1,5	3,3	4,5	5,05	5,9	8,8	3,3	8,8
51-80 Jahre (n = 18)	4,3	1,5	2,3	3,1	4,2	5,3	7,7	2,3	7,7
Alle (n = 47)	4,6	1,5	2,3	3,3	4,4	5,3	8,8	2,7	7,7
Maximaler Durchmesser der Zervix									
20-30 Jahre (n = 20)	3,2	0,5	2,4	2,85	3,15	3,4	4,3	2,4	4,1
31-40 Jahre (n = 20)	3,8	0,6	2,9	3,45	3,7	4,05	4,9	3	4,9
41-50 Jahre (n = 30)	4,2	0,8	2,8	3,5	4,3	4,5	6,1	2,9	5,4
51-80 Jahre (n = 30)	4,1	0,8	2,4	3,5	4,15	4,6	5,6	2,8	5,3
Alle (n = 100)	3,9	0,8	2,4	3,3	3,8	4,5	6,1	2,8	5,1

Anmerkungen:

n = Anzahl der Probandinnen, SD = Standardabweichung.

Die Abbildungen **24-26** zeigen die Boxplots zur Höhe des Uterus und dem maximalen Durchmesser der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen.

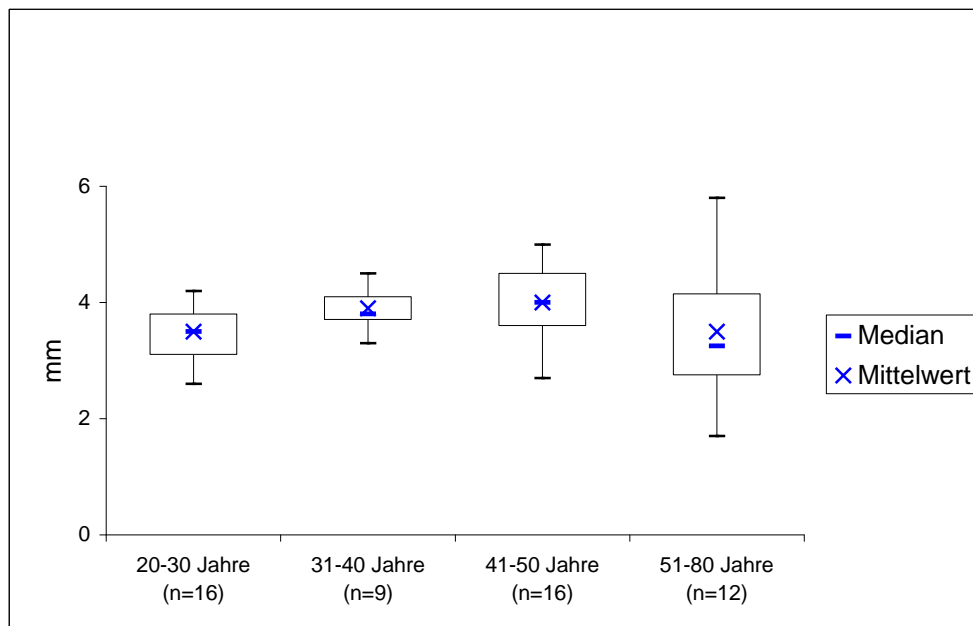


Abb. 24: Boxplot zur Darstellung Höhe des Uterus in der NMA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen

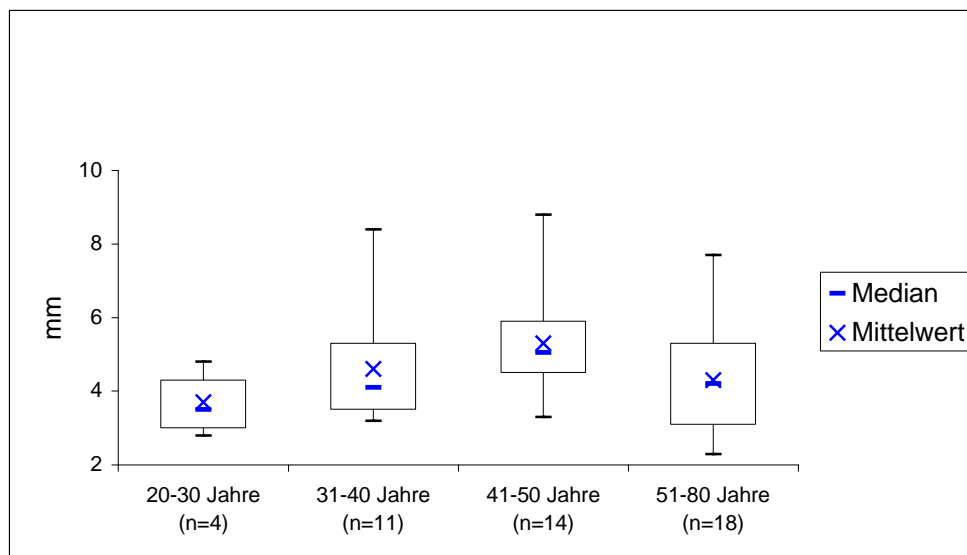


Abb. 25: Boxplot zur Darstellung Höhe des Uterus in der MA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen

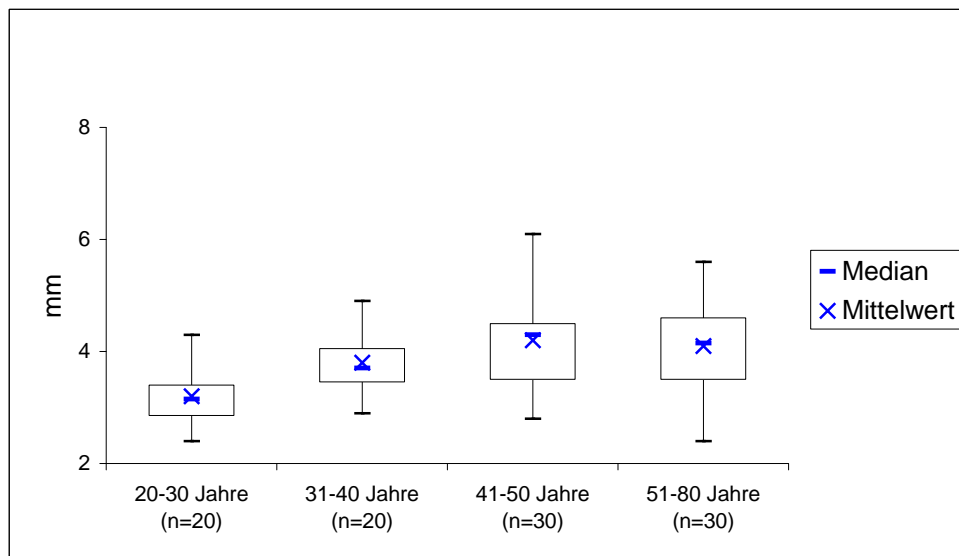


Abb. 26: Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen

In den kontrastverstärkten Sequenzen der MRT konnten keine malignomsuspekten Veränderungen von Uterus und Zervix gesehen werden. Ebenso zeigte die Verlaufskontrolle nach 6 Monaten mittels der transvaginalen Sonographie keine malignomsuspekten Veränderungen.

Die Abbildungen **27-31** zeigen den Uterus in den verschiedenen Altersgruppen



Abb. 27: Normaler Uterus einer 23-jährigen Frau

Sagittale T2-gewichtete Sequenz ohne Fettsättigung: Anteflektierter Uterus mit regelrechter zonaler Anatomie.

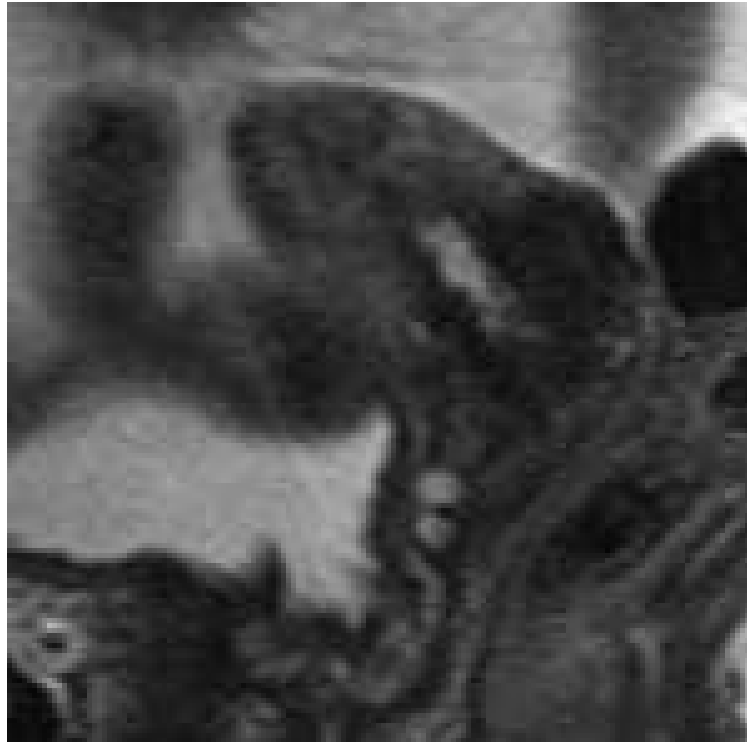


Abb. 28: Normaler Uterus einer 74-jährigen Frau

Sagittale T2-gewichtete Sequenz ohne Fettsättigung: Anteflektierter atrophischer Uterus mit schwer abgrenzbarer zentraler Anatomie.



Abb. 29: Adenomyosis uteri bei einer 39-jährigen Frau

Sagittale T2-gewichtete Sequenz ohne Fettsättigung: Anteflektierter diffus vergrößerter Uterus mit einer verdickten Junctionalzone (Pfeil).

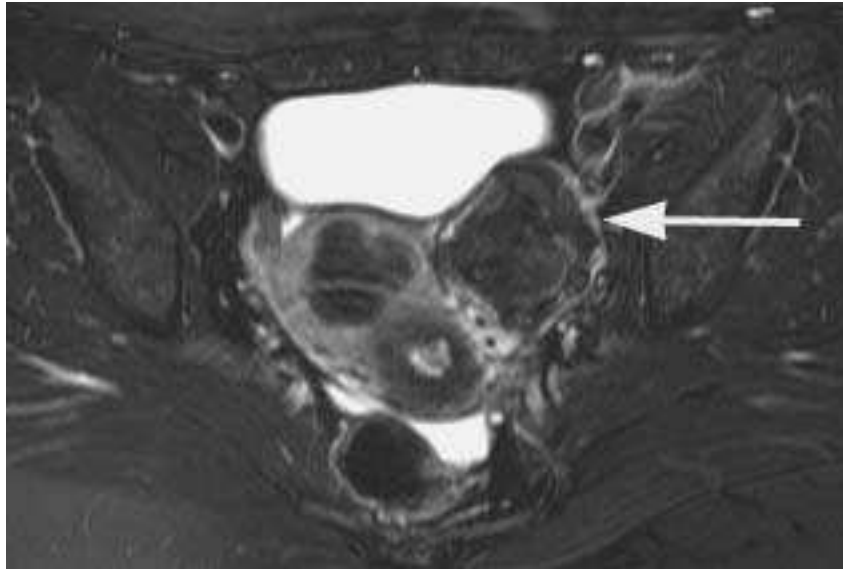


Abb. 30: Uterusmyom bei einer 47-jährigen Frau

Axiale T2-gewichtete Sequenz mit Fettsättigung: Hypointense Raumforderung (Pfeil) im Sinne eines subserösen Leiomyoms des Uterus.



Abb. 31: Uterusmyom bei einer 52-jährigen Frau

Sagittale T2-gewichtete Sequenz: Hypointense Raumforderung (Pfeil) im Sinne eines intramuralen Leiomyoms des Uterus.

5. Diskussion

5.1 Ovarien

Sequenzen

Bei den meisten Frauen sind die Ovarien während der reproduktiven Jahre in der MRT leicht zu identifizieren, da sie mehrere Follikelzysten in verschiedenen Stadien der Entwicklung enthalten [Outwater et al. 1996, Togashi et al. 2001].

T2-gewichtete Sequenzen stellen bei Frauen im reproduktiven Alter die aussagekräftigsten Sequenzen in der Diagnostik der Ovarien und Follikelzysten dar, da Follikelzysten in diesen Sequenzen als Läsionen mit hyperintenser Signalintensität leicht abzugrenzen sind. Bei postmenopausalen Frauen zeigen die Ovarien eine homogenere und geringere Signalintensität in T2-gewichteten Sequenzen. Aufgrund der altersbedingten Atrophie und der geringeren Anzahl von Follikelzysten sind sie in T2-gewichteten Sequenzen schlechter abzugrenzen [Outwater und Mitchell 1996, Outwater et al. 1996]. Daher sind zur Diagnostik der Ovarien bei postmenopausalen Frauen axiale T1-gewichtete TSE Sequenzen ohne Fettsättigung oder kontrastverstärkte axiale T1-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsättigung empfehlenswert, da sie eine bessere Differenzierung der Ovarien gegenüber Gewebe und Blutgefäßen ermöglichen. Der Hilus des postmenopausalen Ovars und das Mesoovar können als Areale hypointens erscheinender Blutgefäße abgegrenzt werden, einem häufigen Erscheinungsbild postmenopausaler Ovarien [Clement 1991, 1994]. In postmenopausalen Ovarien können die Gefäße über die Hälfte des ovariellen Volumens umfassen. Daher sind postmenopausale Ovarien in kontrastverstärkten Sequenzen deutlicher abgrenzbar [Outwater et al. 1996].

In unserer Studie waren bei jüngeren Frauen mit Follikelzysten für die Visualisierung und Messung aller drei orthogonalen Durchmesser der Ovarien axiale T2-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsuppression und sagittale T2-gewichtete TSE-Sequenzen ohne Fettsuppression die nützlichsten Sequenzen. Bei postmenopausalen Frauen mit atrophischen Ovarien wurden hierzu axiale T1-

gewichtete TSE-Sequenzen ohne Fettsuppression oder kontrastverstärkte, axiale T1-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsuppression verwendet.

Sagittale kontrastverstärkte T1-gewichtete TSE-Sequenzen sind nach unseren Erfahrungen nicht geeignet, die Höhe und Länge atropher Ovarien zu bestimmen, weil sie in der Mehrzahl der Fälle in dieser Sequenz nicht identifiziert werden können. Um die Höhe und Länge der Ovarien bei älteren Frauen zu messen, wurden deshalb sagittale T2-gewichtete TSE-Sequenzen ohne Fettsuppression verwendet.

Als geeignetes Protokoll zur Diagnose der Ovarien gesunder Frauen und ovarieller Pathologien empfehlen wir daher axiale T2-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsuppression, sagittale T2-gewichtete TSE-Sequenzen ohne Fettsuppression, axiale T1-gewichtete TSE-Sequenzen mit und ohne Fettsuppression und kontrastverstärkte axiale T1-gewichtete Sequenzen mit Fettsuppression.

Pathologische Befunde

Wir konnten in unserem Kollektiv aus 100 Probandinnen in jeweils einem Fall ein seröses Zystadenom, eine Dermoidzyste, sowie eine Endometriosezyste in der MRT diagnostizieren, welche laparoskopisch sowie histopathologisch bestätigt werden konnten.

Zystadenome stellen mit 15-25 % die häufigsten benignen Ovarialtumoren epithelialen Ursprungs dar [Saini et al. 2005]. Man unterscheidet nach ihrem Inhalt zwischen serösen und muzinösen Zystadenomen. Sie bestehen aus ein-oder mehrkammerigen Zysten, deren Wanddicke 3 mm nicht überschreitet [Funt und Hann 2002]. Seröse Zystadenome sind meist deutlich größer als Follikelzysten und weisen einen wasserähnlichen Inhalt mit dünnwandigen Septen auf. Sie können Verkalkungen enthalten. 20 % der Zystadenome sind bilateral lokalisiert. Muzinöse Zystadenome besitzen zahlreiche Septen und einen hohen Eiweißgehalt, weshalb sie in T1-gewichteten Sequenzen eine höhere Signalintensität aufweisen als seröse Zystadenome [Funt und Hann 2002].

Die Dermoidzyste (zystisches Teratom) ist eine dysontogenetische Neubildung, die von der Keimzelle abgeleitet wird und aus Epidermis, Hautanhangsgebilden,

nicht selten auch aus Knochen und Zähnen besteht [Thomas 1992]. Die Dermoidzyste (reifes zystisches Teratom) ist der häufigste Keimzelltumor und die häufigste Ovarialneoplasie bei Frauen vor dem 20. Lebensjahr. Ihre Häufigkeit unter den ovariellen Neoplasien beträgt 5-25 % [Higgins et al. 1997]. 15 % der Dermoidzysten sind bilateral lokalisiert. In über 80 % der Fälle lassen sich innerhalb der Tumoren Zahn- und Knochenanteile abgrenzen. Es besteht ein potenzielles Entartungsrisiko, das bei Dermoiden bis zu 20 % beträgt und die histologische Abklärung in jedem Fall erforderlich macht [Hamm et al. 1999]. Zur Diagnostik von Dermoidzysten sollten fettgesättigte T1-gewichtete Sequenzen eingesetzt werden. Diese ermöglichen die Differenzierung von Blut und Fettgewebe [Kier et al. 1992]. In fettgesättigten T1-gewichteten Sequenzen zeigt Fettgewebe eine niedrige Signalintensität, während sich Blutbestandteile weiterhin hyperintens darstellen. Der Verlust der Signalintensität von Fettgewebe in fettgesättigten T1-gewichteten Sequenzen kann somit als sicheres diagnostisches Kriterium für Dermoidzysten gewertet werden [Funt und Hann 2002, Outwater et al. 2001]. In der MRT können Dermoidzysten mit einer Sensitivität von 100 % und einer Spezifität von 99 % diagnostiziert werden [Scoutt et al. 1994].

Etwa 10 % aller Frauen, vorwiegend im reproduktiven Alter, sind von Endometriose betroffen [Feige et al. 2006]. Besonders durch den Einsatz T1-gewichteter fettgesättigter Sequenzen hat sich die MRT in der Diagnostik der Endometriose bereits in einigen Studien als hilfreich erwiesen [Guerriero et al. 1998, Kinkel et al. 1999, Stratton et al. 2003]. Charakteristisch für das Erscheinungsbild von Endometriosezysten ist der hohe Gehalt an Deoxyhämoglobin und Methämoglobin, welche auf ältere Blutungen hinweisen. Sie weisen daher in T1-gewichteten und T2-gewichteten Sequenzen eine hohe Signalintensität auf [Hauth et al. 2004, Umaria und Olliff 2001]. Frische Einblutungen erscheinen hingegen in T1-gewichteten und T2-gewichteten Sequenzen hypointens und sind somit schwer abgrenzbar [Umaria und Olliff 2001]. Fettgesättigte T1-gewichtete Sequenzen führen durch eine bessere Differenzierung fetthaltiger und hämorrhagischer Läsionen zu einer höheren Sensitivität im Nachweis der Endometriose [Ha et al.

1994, Hauth et al. 2005]. Die Diagnose von Endometriosezysten kann in der MRT mit einer Sensitivität von 92 % und einer Spezifität von 91 % erfolgen [Scoutt et al. 1994].

Normwerte

In der Altersgruppe der 51-80-jährigen Probandinnen waren die Ovarien in der Magnetresonanztomographie am schlechtesten abgrenzbar und Follikelzysten waren weniger häufig als in allen anderen Altersgruppen, was auf die Atrophie der Ovarien in dieser Altersgruppe zurückzuführen ist. Folglich ist es möglich, dass die Ovarien in dieser Altersgruppe nicht sichtbar sind und dies ein Normalbefund darstellen kann.

Wir konnten in unserer Studie feststellen, dass das mittlere Volumen der Ovarien einen signifikanten Anstieg bis in die Altersgruppe der 31-40-jährigen Frauen zeigte und dann einen kontinuierlichen Abfall in den älteren Gruppen aufwies. Das mittlere Volumen der größten Follikelzysten zeigte einen signifikanten Anstieg bis zum Alter von 41-50 Jahren und nahm daraufhin ab. Die größte Anzahl von Follikelzysten wurde bei den 20-30-jährigen und 31-40-jährigen Frauen beobachtet und verringerte sich mit dem Alter. Outwater und Mitchell (1996) konnten ebenso Follikelzysten in allen Altersgruppen feststellen, mit einer größeren Anzahl bei Jüngeren im Vergleich zu älteren Frauen.

Unsere Ergebnisse können auf den kumulativen hormonellen Effekt zurückgeführt werden, der bei prämenopausalen Frauen zu einem Anstieg des Volumens der Ovarien bis zum Alter von 40 Jahren führt. Der postmenopausale Abfall des Hormonspiegels führt zu einem kontinuierlichen Abfall des Volumens der Ovarien bei älteren Frauen.

Die Messungen der Größe der Ovarien und der größten Follikelzysten erfolgten in unserer Studie in drei orthogonalen Ebenen, um eine Volumenbestimmung vorzunehmen und den maximalen Durchmesser zu bestimmen. Die Bestimmung des Volumens ist in einigen Fällen nur eingeschränkt möglich und stellt außerdem ein zeitaufwendiges und impraktikables Verfahren in der Routinediagnostik dar. Wir konnten in unserer Studie feststellen, dass der maximale Durchmesser am

stärksten mit dem Volumen korrelierte. Daher scheint die Bestimmung des maximalen Durchmessers der Ovarien und der Follikelzysten ein geeignetes Maß und die praktikablere Lösung zur Größenbestimmung darzustellen.

Es wurde beschrieben, dass sich die Größe und Anzahl der Follikelzysten während des Menstruationszyklus verändern [Togashi 2003]. Wir konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede des Volumens der Ovarien und der Follikelzysten und der Anzahl der Follikelzysten in der ersten und zweiten Zyklusphase feststellen. Wir konnten keine Tendenz beobachten, wonach die MRT-Untersuchung in einer der beiden Zyklusphasen bevorzugt durchgeführt werden sollte. Daher kamen wir zu der Schlussfolgerung, dass die MRT der Ovarien in allen Phasen des Menstruationszyklus sinnvoll durchgeführt werden kann. Möglicherweise sind unsere Ergebnisse darauf zurückzuführen, dass wir die Frauen nicht nach einem bestimmten Zyklustag ausgewählt haben, sondern lediglich nach der ersten und zweiten Zyklusphase.

Der maximale Durchmesser der Follikelzysten betrug in unserer Studie in der Altersgruppe der 51-80-jährigen Frauen 2,6 cm und in der Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen 3,6 cm. Bei jüngeren Frauen war der maximale Durchmesser deutlich geringer. Die maximale Anzahl an Follikelzysten betrug bei den 51-80-jährigen Probandinnen drei und bei den 41-50-jährigen Probandinnen zwölf pro Ovar. Diese Beobachtungen stellten in erster Linie atretische Follikelzysten dar [Outwater et al. 1996]. Aufgrund der Ergebnisse schlussfolgern wir, dass bei 51-80-jährigen Frauen bis zu 3 Follikelzysten in einem Ovar mit einem maximalen Durchmesser von 2,6 cm und bei 41-50-jährigen Frauen bis zu 12 Follikelzysten in einem Ovar mit einem maximalen Durchmesser von 3,6 cm, durchaus Normalbefunde darstellen, vorausgesetzt, dass diese Follikelzysten nur eine dünne Zystenwand und keine Malignitätskriterien aufweisen [Clement 1991, Outwater und Dunton 1995, Russel und Bannatyne 1989].

Zusammenfassend konnten wir feststellen, dass das Volumen und der maximale Durchmesser der Ovarien und Follikelzysten und die Anzahl der Follikelzysten signifikante altersabhängige Unterschiede aufweisen, jedoch keine signifikanten Unterschiede in den zwei Phasen des Menstruationszyklus. Die Kenntnis über

Normwerte der Ovarien und Follikelzysten in der MRT und deren altersabhängige Veränderungen kann die Basis für die Früherkennung ovarieller Pathologien in der MRT darstellen. Möglicherweise kann die MRT in Zukunft auch im Screening des Ovarialkarzinoms eingesetzt werden.

5.2 Uterus

Sequenzen

Mit der MRT lassen sich der normale Uterus und die Zervix am besten in T2-gewichteten Sequenzen abgrenzen [Mitchell et al. 1990]. Sagittale T2-gewichtete Sequenzen ohne Fettsuppression können am deutlichsten die zonale Anatomie des Uterus darstellen. In T2-gewichteten Sequenzen zeigt das normale Endometrium eine homogene und hohe Signalintensität und das Myometrium eine mittlere Signalintensität. Zwischen dem Endometrium und Myometrium ist ein schmales hypointenses Band erkennbar, welches die Junktionalzone, die sogenannte Übergangszone darstellt [Mitchell et al. 1990, Nalaboff et al. 2001]. Der Durchmesser der Junktionalzone spielt für die Diagnose einer Adenomyosis uteri eine wichtige Rolle. Außerdem stellt sie einen wichtigen Marker für die Diagnose maligner Tumoren des Uterus dar [Grasel et al. 2000, Kido et al. 2003, Reinhold et al. 1999]. In unserer Studie verwendeten wir ein Standardprotokoll für die MRT des Beckens. Dieses sollte für die Darstellung des Uterus sagittale T2-gewichtete TSE-Sequenzen ohne Fettsuppression und axiale T2-gewichtete TSE-Sequenzen mit Fettsuppression beinhalten. Insbesondere für die Messung der Länge und der Höhe des Uterus und der Zervix eignen sich sagittale T2-gewichtete Sequenzen, während die Breite des Uterus und der Zervix in axialen T2-gewichteten Sequenzen gemessen werden kann. Für die Diagnose möglicher pathologischer Veränderungen des Uterus und der Zervix sind dynamische Gradientenecho-(GRE)-Sequenzen in Fettsuppression zu empfehlen [Ito et al. 1994, Okamoto et al. 2003, Savci et al. 1998].

In unserer Studie konnten wir bei 58 % der Frauen Ovula Nabothii abgrenzen. Wir beachteten eine Zunahme der Häufigkeit bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen und eine Verminderung in der Gruppe der 51-80-jährigen Frauen. Ovula Nabothii stellen Retentionszysten des Zervix dar, die infolge des Heilungsprozesses einer chronischen Zervizitis entstehen [Okamoto et al. 2003]. DeSouza et al. (1994) beobachteten, dass die Ovula Nabothii im zervikalen Stroma so häufig sind, dass sie als Normalbefunde angesehen werden können. Sie stellen sich in T2-gewichteten Sequenzen mit einer hohen Signalintensität und in T1-gewichteten Sequenzen mit einer mittleren oder leicht erhöhten Signalintensität dar [Togashi et al. 1987]. Es kann daher angenommen werden, dass die geringere Häufigkeit der Ovula Nabothii bei älteren Frauen auf geringere entzündliche Veränderungen der Zervix in dieser Altersgruppe zurückzuführen ist.

Uterusmyome

Uterusmyome sind häufig anzutreffende, benigne Tumoren des Uterus, die bei 40 % der über 35-jährigen Frauen zu finden sind [Mittl et al. 1991]. Wir konnten in unserer Studie über ähnliche Ergebnisse berichten, wonach bei 45 % der gesunden Probandinnen über 31 Jahre Myome diagnostiziert wurden. Wir konnten außerdem feststellen, dass die Anzahl der Myome mit zunehmendem Alter anstieg. Dieser Anstieg ist in erster Linie auf den kumulativen hormonalen Effekt während der reproduktiven Phase der Frau zurückzuführen, welcher die Entwicklung von Myomen begünstigt. Allerdings fanden wir auch eine Verringerung der Anzahl der Myome bis zur Altersgruppe von 51-80 Jahren. Wir schließen, dass die Verminderung der Anzahl der Myome im höheren Alter durch eine Senkung der Hormonspiegel bei postmenopausalen Frauen verursacht wird, die die Regression der Myome verursacht. Die Koinzidenz von Leiomyomen und einer Adenomyosis uteri wird in der Literatur mit 35-40 % angegeben [Togashi et al. 1988]. In unserer Studie wurde bei 12 % der Frauen eine Adenomyosis uteri diagnostiziert. Die Koinzidenz von Myomen und einer Adenomyosis uteri wurde bei 42 % der Frauen beobachtet.

Normwerte

Die Größe des Uterus unterliegt einer Vielfalt von hormonellen Einflüssen, die das Alter und den Menstruationszyklus mit einschließt [Kido et al. 2003]. Wir konnten in unserer Studie feststellen, dass die Volumina von Uterus und Zervix signifikante altersabhängige Unterschiede aufweisen. Die mittleren Volumina von Uterus und Zervix zeigten eine signifikante Zunahme bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen und in der Altersgruppe der 51-80-jährigen Frauen einen Abfall. Das mittlere Volumen des Uterus mit Myomen und/oder Adenomyosis uteri (MA-Gruppe) war statistisch signifikant größer als das mittlere Volumen des Uterus ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (NMA-Gruppe). Wir empfehlen, dass sich Normwerte nur für das Volumen des Uterus ohne Myome und/oder Adenomyosis uteri (NMA-Gruppe) beziehen sollten, da in der MA-Gruppe eine zu große Variabilität der Volumina zu erwarten ist.

Wir konnten eine signifikante Zunahme der Endometriumdicke bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen mit einer Abnahme zur Altersgruppe der 51-80-jährigen Frauen feststellen. Ebenso konnte in anderen Studien über eine Abnahme der Endometriumdicke mit zunehmendem Alter berichtet werden [Levine et al. 1995, Tsuda et al. 1997, Zalus et al. 1993]. Wir konnten eine maximale Endometriumdicke von 1,4 cm in der Altersgruppe der 41-50-jährigen beobachten und in der Altersgruppe der 51-88-jährigen Frauen betrug die maximale Endometriumdicke 1,2 cm. Demnach kann eine maximale Endometriumdicke von 1,2 cm bzw. 1,4 cm bei diesen Altersgruppen als Normalbefund angesehen werden, sofern die Frauen asymptomatisch sind und die Endometriumzone in T2-gewichteten Sequenzen eine homogen hohe Signalintensität aufweist und keine Kriterien einer myometranen Infiltration bestehen.

Wir konnten eine signifikante Zunahme der Dicke der Junktionalzone bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen mit einer Abnahme in der Altersgruppe der 51-80-jährigen Frauen feststellen. Hingegen zeigte die Dicke der Myometriumzone keine statistisch signifikanten Unterschiede in den verschiedenen Altersgruppen. Brown et al. (1991) konnten andere Studienergebnisse

beobachten, wonach sich die Junktionalzone in der postmenopausalen Phase nicht veränderte, während sich die Endometriumzone und Myometriumzone verringerten.

Unsere Ergebnisse zu den altersabhängigen Unterschieden der Volumina von Uterus und Zervix und den Dicken von Endometrium und Übergangszone können auf den hormonellen Status der Frauen zurückgeführt werden. Die Zunahme der Parameter bis zur Altersgruppe der 41-50-jährigen Frauen geht mit der kumulativen Wirkung von Östrogen, Progesteron und Gonadotropin in der reproduktiven Phase einher. Eine Verminderung des Serumlevels dieser Hormone in der Postmenopause führt zu einer Verringerung der Volumina von Uterus und Zervix und zu einer Verminderung der Dicke von Endometrium und Junktionalzone.

In Studien wurden die Veränderungen der zonalen Anatomie des Uterus während der verschiedenen Phasen des Menstruationszyklus untersucht [Haynor et al. 1986, McCarthy et al. 1986, Mitchell et al. 1990, Togashi et al. 2001]. Demnach nimmt die Endometriumdicke während des Menstruationszyklus zu und erreicht in der Sekretionsphase eine Dicke 7-14 mm [Demas et al. 1986, Haynor et al. 1986, McCarthy et al. 1986]. In einer Studie konnten McCarthy et al. (1986) an 21 gesunden Frauen feststellen, dass die Endometriumdicke in der Sekretionsphase bei den Frauen größer war, die keine Ovulationshemmer einnahmen. In Bezug auf die Dicke der Junktionalzone konnten sie hingegen keine signifikanten Unterschiede in der ersten und zweiten Zyklusphase feststellen [McCarthy et al. 1986, Mitchell et al. 1990]. Haynor et al. (1986) beobachteten einen signifikanten Anstieg der Myometriumdicke während der ersten Phase des Zyklus und dann einem langsameren Zuwachs während der Lutealphase. In Gegensatz zu den Ergebnissen in der Literatur konnten wir in unserer Studie keine signifikanten Unterschiede in der zonalen Anatomie und im Volumen des Uterus in der ersten und zweiten Zyklusphase feststellen. Es fanden sich keine Hinweise dafür, dass die MRT bevorzugt in einer bestimmten Zyklusphase durchgeführt werden sollte. Daher kamen wir zu dem Schluss, dass die MRT des Uterus in allen Phasen des Menstruationszyklus sinnvoll durchgeführt werden kann.

Die Messung der Größe des Uterus und der Zervix erfolgte in unserer Studie in drei orthogonalen Ebenen, um eine Volumenbestimmung durchzuführen. Die Höhe des Uterus korrelierte am stärksten mit dem Volumen des Uterus und der maximale Durchmesser der Zervix korrelierte am stärksten mit dem Volumen der Zervix. Die Bestimmung des Volumens ist in einigen Fällen nur eingeschränkt möglich und stellt außerdem ein zeitaufwendiges Verfahren in der Routinediagnostik dar. Die altersabhängige Verteilung der Höhen und der maximalen Durchmesser von Uterus und Zervix zeigte in unserer Studie ähnliche Ergebnisse wie die der Volumina von Uterus und Zervix. Wir empfehlen daher die Verwendung der Höhe als eine praktikablere Messung für die Größenbestimmung des Uterus und den maximalen Durchmesser als eine praktikablere Messung für die Größenbestimmung des Zervix.

Zusammenfassend konnten wir feststellen, dass die Volumina von Uterus und Zervix und die Dicken von Endometrium und Junktionalzone signifikante altersabhängige Unterschiede aufweisen, jedoch keine signifikanten Unterschiede in den zwei Phasen des Menstruationszyklus.

6. Zusammenfassung

Das Erscheinungsbild normaler Ovarien und des Uterus mit seiner zonalen Anatomie unterliegt hormonellen und altersabhängigen Einflüssen.

Das Volumen der Ovarien und Follikelzysten und die Anzahl der Follikelzysten sowie das Volumen von Uterus und Zervix und die maximale Dicke des Endometriums, der Junktionalzone und des Myometriums wurden daher an 100 gesunden Probandinnen in Abhängigkeit vom Alter und der Zyklusphase mittels MRT bestimmt.

Das Volumen und der maximale Durchmesser der Ovarien und Follikelzysten und die Anzahl der Follikelzysten zeigen signifikante altersabhängige Unterschiede. Das mittlere Volumen der Ovarien stieg mit zunehmendem Alter signifikant an, erreichte ein Maximum in der Gruppe der 31- 40-jährigen Frauen und fiel in den älteren Altersgruppen kontinuierlich ab. Ebenso zeigte das Volumen der größten Follikelzyste einen signifikanten altersabhängigen Anstieg mit einem Maximum bei 41-50-jährigen Frauen. Die größte mittlere Anzahl von Follikelzysten wurde in der Gruppe der 20-40-jährigen Frauen beobachtet. Bei der erhobenen Parametern konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Phase des Menstruationszyklus festgestellt werden.

Bei 40/100 (40%) der untersuchten Frauen wurden Uterusmyome diagnostiziert. In 12/100 (12%) Fällen lag eine Adenomyosis uteri vor.

Das Volumen von Uterus und Zervix zeigten signifikante altersabhängige Unterschiede. Das mittlere Volumen von Uterus und Zervix stieg mit zunehmendem Alter signifikant an, erreichte ein Maximum in der Gruppe der 41-50-jährigen Frauen und fiel in der älteren Altersgruppe ab. Ebenso zeigte die Dicke der Endometriumzone und der Junktionalzone einen signifikanten Anstieg bis in der Gruppe der 41-50-jährigen Frauen. Das Myometrium zeigte keine signifikanten altersabhängigen Veränderungen. Das Volumen von Uterus und Zervix und die Dicke des Endometriums, Junktionalzone und Myometriums zeigten keine signifikanten Unterschiede in den beiden Phasen des Menstruationszyklus. Die Kenntnis über Normwerte in der MRT und deren altersabhängige Veränderungen kann die Basis für die Früherkennung von Pathologien der Ovarien und des Uterus in der MRT darstellen.

7. Literaturverzeichnis

1. Andolf, E., Jørgensen, C., Scalenius, E., Sunden, B. (1987):
Ultrasound measurement of the ovarian volume.
Acta Obstet. Gynecol. Scand. 66, 387-389.
2. Andolf, E., Jørgensen, C. (1988):
A prospective comparison of clinical ultrasound and operative examination of the female pelvis.
J. Ultrasound. Med. 617, 17-620.
3. Benninghoff, A., Goerttler, K. (1997):
Lehrbuch der Anatomie des Menschen.
München, Wien, Baltimore: Urban&Schwarzenberg; S. 335.
4. Blankenberger, S. (1995):
Student SYSTAT: Statistik unter Windows-Probleme, Beispiele, Lösungen.
Bonn, Albany, Belmont: International Thomson Publishing; S.285.
5. Bronz, L. (2005):
Abklärung von postmenopausalen Blutungen.
Schweiz. Med. Forum 5, 465-470.
6. Brown, H.K., Stoll, B.S., Nicosia, S.V., Fiorica, J.V., Hambley, P.S., Clarke, L.P., Silbiger, M.L. (1991):
Uterine junctional zone: correlation between histologic findings and MR imaging.
Radiology 179: 409-413.
7. Buy, J.N., Ghossain, M.A., Hugol, D., Hassen, K., Sciot, C., Truc, J.B., Poitout, P., Vadrot, D. (1996):
Characterization of adnexal masses: combination of color Doppler and conventional sonography compared with spectral Doppler analysis alone and conventional sonography alone.
AJR Am. J. Roentgenol. 166, 385-393.

8. Campbell, S., Goswamy, R., Goessens, L., Whitehead, M. (1982):
Real-Time Ultrasonography for determination of ovarian morphology and volume.
Lancet 20, 425-426.
9. Ciakley, F.V. (2002):
Staging ovarian cancer: role of imaging.
Radiol. Clin. North. Am. 40, 609-636.
10. Clement, P.B. (1991): Ovary.
In: Sternberg, S.S., (Ed.): Histology for pathologists.
New York: Raven, S.765-795.
11. Clement, P.B. (1994): Anatomy and histology of the ovary.
In: Kurman R.J., (Ed.): Blaustein's pathology of the female genital tract.
New York: Springer-Verlag; S. 563-595.
12. de Souza, N.M., Hawley, I.C., Schwieso, J.E., Gilderdale, D.J., Soutter, W.P. (1994):
The uterine cervix on in vitro and in vivo MR images: a study of zonal anatomy and vascularity using an enveloping cervical coil.
Am. J. Roentgenol. 163, 607-612.
13. Demas, B.E., Hricak, H., Jaffe, RB. (1986):
Uterine MR imaging: effects of hormonal stimulation.
Radiology 159, 123-126.
14. Feige, A., Rempfen, A., Würfel, W., Jawny, J., Rhode, A. (2006):
Frauenheilkunde; 3. Aufl;
München, Jena: Urban&Fischer; S. 278 und 559.
15. Fenchel, S., Grab, D., Nüssle, K., Kotzerke, J., Rieber, A., Kreienberg, R., Brambs, H.J., Reske, S.N. (2002):
Asymptomatic adnexal masses: correlation of FDG PET and histopathologic findings.
Radiology 223: 780- 788.
16. Fritsch, H., Kühnel, W. (2005):
Taschenatlas Anatomie in 3 Bänden, Band 2: Innere Organe.
Stuttgart: Thieme Verlag; S. 276.

17. Funt, S.A., Hann, L.E. (2002):
Detection and characterization of adnexal mass.
Radiol. Clin. North. Am. 40, 591-608.
18. Funt, S.A., Hricak, H. (2003):
Ovarian malignancies.
Top. Magn. Reson. Imaging. 14, 329-337.
19. Ghossain, M., Braidy, C., Kanso, H., Farah, K., Klein-Tomb, L., Tark-Smayra, V., Suidan, J., Elhage, A., Atallah, D., Abboud, J. (2005):
Extraovarian cystadenomas: ultrasound and MR findings in 7 cases.
J. Comput. Assist. Tomogr. 29, 74-79.
20. Grasel, R.P., Outwater, E.K., Siegelman, E.S., Capuzzi, D., Parker, L., Hussain, S.M. (2000):
Endometrial polyps: MR imaging features and distinction from endometrial carcinoma.
Radiology 214, 47-52.
21. Guerriero, S., Ajosa, S., Mais, V., Risalvato, A., Lai, M.P., Melis, G.B. (1998):
The diagnosis of endometriomas using colour doppler energy imaging.
Hum. Reprod. 13, 165-169.
22. Ha, H.K., Lim, Y.T., Kim, H.S., Suh, T.S., Song, H.H., Kim, S.J. (1994):
Diagnosis of pelvic endometriosis: fat-suppressed T1-weighted vs conventional MR images.
AJR Am. J. Roentgenol. 163, 127-131.
23. Hamm, B., Krestin, G.P., Laniado, M., Nicolas, V. (1999):
MRT von Abdomen und Becken. 1. Auflage.
Stuttgart, New York: Thieme Verlag ; S. 221-264.
24. Hamm, B., Kubik-Huch, R.A., Fleige, B. (1999):
MR imaging and CT of the female pelvis: radiologic-pathologic correlation.
Eur. Radiol. 9, 3-15.
25. Hann, L.E., Lui, D.M., Shi, W., Bach, A.M., Selland, D.L., Castiel, M. (2000):
Adnexal masses in women with breast cancer: US findings with clinical and histopathologic correlation.
Radiology 216, 242-247.

-
26. Hauth, E.A.M., Stattaus, J., Debatin, J.F., Ruehm, S.G. (2004a):
Magnetresonanztomographie benigner und maligner Tumoren des weiblichen Beckens.
Fortschr. Röntgenstr. 176, 817-828.
 27. Hauth, E.A.M., Antoch, G., Ruehm, S.G., Böing, C., Kimmig, R., Forsting, M. (2004b):
Wertigkeit der Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckens in der präoperativen Diagnostik der Endometriose.
Fortschr. Röntgenstr. 176, 1265-1270.
 28. Hauth, E.A.M., Stattaus, J., Kimmig, R., Schmidt, M., Forsting, M. (2005):
Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckens bei Endometriose- eine Übersichtsarbeit.
Zentralbl. Gynakol. 127, 76-82.
 29. Haynor, D.R., Mack, L.A., Soules, M.R., Shuman, W.P., Montana, M.A., Moss, A.A. (1986):
Changing appearance of the normal uterus during the menstrual cycle: MR studies.
Radiology 161, 459-462.
 30. Higgins, C.B., Hricak, H., Helms, C.A. (1997):
Magnetic Resonance Imaging of the body. Third Edition.
New York: Lippincott- Raven Press; S. 761-814.
 31. Hirsch, H.A., Käser, O., Ikle, F.A. (1995):
Atlas der gynäkologischen Operationen einschließlich urologischer, proktologischer und plastischer Eingriffe.
Stuttgart, New York: Thieme Verlag; S. 22.
 32. Hoad, C.L., Raine-Fenning, N.J., Fulford, J., Campbell, B.K., Johnson, I.R., Gowland, P.A. (2005):
Uterine tissue development in healthy women during the normal menstrual cycle and investigations with magnetic resonance imaging.
Am. J. Obstet. Gynecol. 192, 648-654.

33. Hricak, H., Tscholakoff, D., Heinrichs, L., Fisher, M.R., Doms, G.C., Reinhold, C., Jaffe, R.B. (1986):
Uterine leiomyomas: correlation of MR, histopathologic findings, and symptoms.
Radiology 158, 385-391.
34. Hricak, H., Carrington, B.M. (1990):
MRI of the pelvis. A text atlas.
London: Martin Dunitz; S. 93-248.
35. Hricak, H., Chen, M., Coakley, F.V., Kinkel, K., Yu, K.K., Sica, G., Bacchetti, P., Powell, C.B. (2000):
Complex adnexal masses: detection and characterization with MR imaging--multivariate analysis.
Radiology 214: 39-46.
36. Ito, K., Matsumoto, T., Nakada, T., Nakanishi, T., Fujita, N., Yamashita, H. (1994):
Assessing myometrial invasion by endometrial carcinoma with dynamic MRI.
J. Comput. Assist. Tomogr. 18, 77-86.
37. Jain, K.A., Freidman, D., Pettinger, T.W., Allgappan, R., Jeffrey, R.B., Sommer, F.G. (1993):
Adnexal masses: comparison of specificity of endovagina US and pelvi MR imaging.
Radiology 186, 697-704.
38. Jain, K.A., Jeffrey, R.B. Jr. (1994):
Evaluation of pelvic masses with magnetic resonance imaging and ultrasonography.
J. Ultrasound. Med. 13, 845-453.
39. Kaufmann, G.W., Moser, E., Sauer, R. (2001):
Radiologie.
München, Jena: Urban&Fischer Verlag; S.108.
40. Keckstein, J., Ulrich, U (2006):
Das Übel an der Wurzel packen. Operative Therapie der Endometriose.
Gynäkologie+Geburtshilfe 2, 24-27.

41. Kerr-Wilson, R.M., Shingleton, H.M., Orr, J.N. (1984):
The use of US and CT scanning in the management of the gynecologic cancer patient.
Gynecol. Oncol. 18, 54-61.
42. Kido, A., Togashi, K., Koyama, T., Yamaoka, T., Fujiwara, T., Fujii, S. (2003):
Diffusely enlarged uterus: evaluation with MR imaging.
Radiographics 23, 1423-1439.
43. Kier, R., Smith, R.C., McCarthy, S.M. (1992):
Value of lipid- and water-suppression MR images in distinguishing between blood and lipid within ovarian masses.
AJR Am. J. Roentgenol. 158, 321-325.
44. Kinkel, K., Chapron, C., Balleyguier, C., Fritel, X., Dubuisson, J.B., Moreau, J.F. (1999):
Magnetic resonance imaging characteristics of deep endometriosis.
Human. Reprod. 14, 1080-1086.
45. Kurtz, A.B., Tsimikas, J.V., Tempany, C.M., Hamper, U.M., Arger, P.H., Bree, R.L., Wechsler, R.J., Francis, I.R., Kuhlman, J.E., Siegelman, E.S., Mitchell, D.G., Silverman, S.G., Brown, D.L., Sheth, S., Coleman, B.G., Ellis, J.H., Kurman, R.J., Caudry, D.J., McNeil, B.J. (1999):
Diagnosis and staging of ovarian cancer: comparative values of doppler and conventinal US, CT and MR imaging correlated with surgery and histopathologic analysis-report of the radiology diagnostic oncology group.
Radiology 212, 19-27.
46. Laubenberger, T.H., Laubenberger, J. (1999):
Technik der medizinischen Radiologie: Diagnostik, Strahlentherapie, Strahlenschutz. 7. Aufl.
Köln: Deutscher Ärzteverlag.
47. Levine, D., Gosink, B.B., Johnson, L.A. (1995):
Change in endometrial thickness in postmenopausal women undergoing hormone replacement therapy.
Radiology 197, 603-608.

-
48. Lorenzen, M., Nicolas, V. (1999):
Adnexe.
In: Hamm, B., Krestin, G.P., Laniado, M., Nicolas, V. (Hrsg.): MRT von
Abdomen und Becken.
Stuttgart: Thieme Verlag; S. 265-276.
49. McCarthy, S., Tauber, C., Gore, J. (1986):
Female pelvic anatomy: MR assessment of variations during the menstrual
cycle and with use of oral contraceptives.
Radiology 160, 119-123.
50. Mendelson, E.B., Bohm-Velez, M. (1992):
Transvaginal ultrasonography of pelvic neoplasms.
Radiol. Clin. North. Am. 30, 703-734.
51. Minutoli, F., Blandino, A., Gaeta, M., Lentini, M., Pandolfo, I. (2001):
Twisted ovarian fibroma with high signal intensity on T1-weighted MR image:
a new sign of torsion of ovarian tumors?
Eur. Radiol. 11, 1151-1154.
52. Mitchell, D.G., Schonholz, L., Hilpert, P.L., Pennell, R.G., Blum, L., Rifkin,
M.D. (1990):
Zones of the uterus: discrepancy between US and MR images.
Radiology 174, 827-831.
53. Mittl, R.L., Yeh, I.-T., Kressel, H.Y. (1991):
High-signal-intensity rim surrounding uterine leiomyomas on MR images:
pathologic correlation.
Radiology 180, 81-83.
54. Moll, K.J., Moll, M. (2006):
Anatomie; 18. Aufl.;
München, Jena: Urban & Fischer Verlag; S. 554.
55. Nalaboff, K.M., Pellerito, J.S., Ben-Levi, E. (2001):
Imaging the endometrium: disease and normal variants.
Radiographics 21, 1009-1024.

-
56. Neis, K.J., Brandner, P., Wagner, S. (2006):
Laparoskopische Operationsverfahren in der Gynäkologie.
Gynäkologe 39, 98.
 57. Netter, F.H. (1987):
Farbatlanten der Medizin, Band 3: Genitalorgane.
Stuttgart: Thieme Verlag; S. 111.
 58. Netter, F.H. (2006):
Gynäkologie.
Stuttgart: Thieme Verlag; S. 68 und 76.
 59. Okamoto, Y., Tanaka, Y.O., Nishida, M., Tsunoda, H., Yoshikawa, H., Itai, Y.
(2003):
MR imaging of the uterine cervix: imaging-pathologic correlation.
Radiographics 23, 425-445.
 60. Outwater, E.K., Dunton, C.J. (1995):
Imaging of the ovary and adnexa: clinical issues and applications of MRI.
Radiology 194, 1-18.
 61. Outwater, E.K., Mitchell, D.G. (1996):
Normal ovaries and functional cysts: MR appearance.
Radiology 198, 397-402.
 62. Outwater, E.K., Talerman, A., Dunton, C. (1996):
Normal adnexa uteri specimens: anatomic basis of MR imaging features.
Radiology 201, 751-755.
 63. Outwater, E.K., Siegelman, E.S., Hunt, J.L. (2001):
Ovarian teratomas: tumor types and imaging characteristics.
Radiographics. 21, 475-490.
 64. Reinhold, C., Tafazoli, F., Mehio, A., Wang, L., Atri, M., Siegelman, E.S.,
Rohoman, L. (1999):
Uterine adenomyosis: endovaginal US and MR imaging features with
histopathologic correlation.
Radiographics 19, 147-160.

-
65. Rieber, A., Nüssle, K., Stohr, I., Grab, D., Fenchel, S., Kreienberg, R., Reske, S.N., Brambs, H.J. (2001):
Preoperative diagnosis of ovarian tumors with MR imaging: Comparison with transvaginale sonography, positron emission tomography, and histologic findings.
Am. J. Roentgenol. 177, 123-129.
66. Rummeny, E.J., Reimer, P., Heindel, W. (2002):
Ganzkörper-MR-Tomographie. 1. Auflage. Referenz-Reihe Radiologie;
Stuttgart, New York: Thieme.
67. Runnebaum, I.B., Mollenkopf, A., Kreienberg, R., Meerpohl, H.G. (1998):
Epidemiologische und molekulargenetische Risikofaktoren beim Ovarialkarzinom.
Onkologie 4, 1096-1100.
68. Russel, P., Bannatyne, P. (1989):
Dysfunctional cysts. Surgical pathology of the ovaries.
New York: Churchill Livingstone; 97-107.
69. Saini, A., Dina, R., McIndoe, G.A., Soutter, W.P., Gishen, P., deSouza, N.M. (2005):
Characterization of adnexal masses with MRI.
AJR Am J Roentgenol. 184, 1004-1009.
70. Savci, G., Ozyaman, T., Tutar, M., Bilgin, T., Erol, O., Tuncel, E. (1998):
Assessment of depth of myometrial invasion by endometrial carcinoma: comparison of T2-weighted SE and contrast-enhanced dynamic GRE MR imaging.
Eur. Radiol. 8, 218-223.
71. Scharf, A., Günter, H-H., Sohn, C. (2002):
Screening auf Ovarialkarzinom.
Gynäkologie 35, 537-547.
72. Schiebler, T H. (2005)
Anatomie.
Berlin, Heidelberg, New York: Springer; S. 630.

-
73. Schmidt-Matthiesen, H., Bastert, G., Wallwiener, D. (2002):
Gynäkologische Onkologie. Diagnostik, Therapie und Nachsorge - auf der
Basis der AGO-Leitlinien. 7. Aufl.
Stuttgart, New York: Schattauer.
74. Schulze, S. (2006):
Kurzlehrbuch Embryologie.
München, Jena: Urban & Fischer; S. 133.
75. Schweppe, K-W. (2003):
Endometriose - Eine Erkrankung ohne Lobby.
Zentralbl. Gynakol. 125, 233.
76. Scoutt, L.M., McCarthy, S.M., Lange, R., Bourque, A., Schwartz, P.E. (1994):
MR evaluation of clinically suspected adnexal masses.
Comput. Assist. Tomogr. 18, 609-618.
77. Sohaib, S.A., Sahdev, A., Van Trappen, P., Jacobs, I.J., Reznick, R.H.
(2003):
Characterization of adnexal mass lesions on MR imaging.
AJR Am. J. Roentgenol. 180, 1297-1304.
78. Sohn, Ch., Tercanli, S., Holzgereve, W. (2002):
Ultraschall in Gynäkologie und Geburtshilfe. 2. Auflage; Stuttgart:
Thieme Verlag.; S. 625-626.
79. Sparks, J.M., Varner, R.E. (1991):
Ovarian cancer screening.
Cancer 77, 787-792.
80. Stratton, P., Winkel, C., Premkumar, A., Chow, C., Wilson, J., Hearn-
Stokes, R., Heo, S., Merino, M., Nieman, L.K. (2003):
Diagnostic accuracy of laparoscopy magnetic resonance imaging, and
histologic examination for detection of endometriosis.
Fertil. Steril. 79, 1078-1085.
81. Szklaruk, J., Tamm, E.P., Choi, H., Varavithya, V. (2003):
MR imaging of common and uncommon large pelvic masses.
Radiographics 23, 403-424.

-
82. Thomas, C. (1992):
Histopathologie. Lehrbuch und Atlas für die Kurse der allgemeinen und speziellen Pathologie. 11. Aufl.
Stuttgart, New York: Schattauer.
 83. Thomas, C. (1993):
Makropathologie. Lehrbuch und Atlas für die Kurse der allgemeinen und speziellen Pathologie. 8. Aufl.
Stuttgart, New York: Schattauer.
 84. Togashi, K., Noma, S., Ozasa, H. (1987):
CT and MR demonstration of nabothian cysts mimicking a cystic adnexal mass.
J. Comput. Assist. Tomogr. 11, 1091-1092.
 85. Togashi, K., Nishimura, K., Itoh, K., Fujisawa, I., Noma, S., Kanaoka, M., Nakano, Y., Itoh, H., Ozasa, H., Fujii, S. (1988):
Adenomyosis: diagnosis with MR imaging.
Radiology 166: 111-114
 86. Togashi, K., Nakai, A., Sugimura, K. (2001):
Anatomy and physiology of the female pelvis: MR imaging revisited.
J. Magn. Reson. Imaging 13, 842-849.
 87. Togashi, K. (2003):
MR imaging of the ovaries: normal appearance and benign disease.
Radiol. Clin. N. Am. 41, 799-811.
 88. Tsuda, H., Kawabata, M., Kawabata, K., Yamamoto, K., Umesaki, N. (1997):
Improvement of diagnostic accuracy of transvaginal ultrasound for identification of endometrial malignancies by using cutoff level of endometrial thickness based on length of time since menopause.
Gynecol. Oncol. 64, 35-37.
 89. Ulrich, U., Schultheis, K-H., Wiesinger, H., Keckstein, J. (2005):
Laparoskopische Therapie der Endometriose.
Gynäkologe 38, 977-981.

-
90. Umaria, N., Olliff, J.F. (2001):
Imaging features of pelvic endometriosis.
Br. J. Radiol. 74, 556-562.
 91. Weishaupt, D., Köchli, V.D., Marincek, B. (2001):
Wie funktioniert MRI? Eine Einführung in Physik und Funktionsweise der
Magnetresonanzbildgebung. 2. Aufl.
Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
 92. Welsch, U. (2003):
Lehrbuch der Histologie.
München: Urban & Fischer; S. 451.
 93. Yamaoka, T., Togashi, K., Koyama, T., Fujiwara, T., Higuchi, T., Iwasa, Y.,
Fujii, S., Konishi, J. (2003):
Immature teratoma of the ovary: correlation of MR imaging and pathologic
findings.
Eur. Radiol. 13, 313-319.
 94. Yamashita, Y., Torashima, M., Hatanaka, Y., Harada, M., Higashida, Y.,
Takahashi, M., Mizutani, H., Tashiro, H., Iwamasa, J., Miyazaki, K., et al.
(1995):
Adnexal masses: accuracy of characterization with transvaginal US and
precontrast and postcontrast MR imaging.
Radiology. 194, 557-565.
 95. Zalud, I., Conway, C., Schulman, H., Trinca, D. (1993):
Endometrial and myometrial thickness and uterine blood flow in
postmenopausal women: the influence of hormonal replacement therapy and
age.
J. Ultrasound Med. 12, 737-741.

8. **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1:	Bestimmung der Länge und Höhe des Uterus und der Zervix in sagittalen T2-gewichteten Sequenzen.....	23
Abb. 2:	Bestimmung der Breite von Uterus und Zervix in axialen T2-gewichteten Sequenzen. Bestimmung des Volumens nach der Formel: Länge (L) x Höhe (H) x Breite (B) x 0,524.....	23
Abb. 3:	Bestimmung der maximalen Höhen der Endometriumzone (rot), der Übergangszone (blau) und des Myometriums (gelb) in sagittalen T2-gewichteten Sequenzen.....	24
Abb. 4:	49-jährige Probandin mit unklarem Sonografiebefund in der Vorsorgeuntersuchung. Erscheinungsbild in der MRT:	29
Abb. 5:	46-jährige Frau mit sonographisch unklarem Zufallsbefund in der Vorsorgeuntersuchung. Erscheinungsbild in der MRT:	30
Abb. 6:	30-jährige Frau mit Zufallsbefund in der MRT. Sonographisch zeigte sich links eine ovarielle Raumforderung, vereinbar mit einer Follikelzyste oder Endometriosezyste.....	31
Abb. 7:	Boxplot zur Darstellung des Volumens des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen.....	35
Abb. 8:	Boxplot zur Darstellung des Volumens des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen.....	36
Abb. 9:	Boxplot zur Darstellung des Volumens der größten Follikelzyste des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen	36
Abb. 10:	Boxplot zur Darstellung des Volumens der größten Follikelzyste des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen	37
Abb. 11:	Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen.....	43
Abb. 12:	Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen.....	44

Abb. 13:	Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers der größten Follikelzyste des rechten Ovars in den verschiedenen Altersgruppen.....	44
Abb. 14:	Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers der größten Follikelzyste des linken Ovars in den verschiedenen Altersgruppen	45
Abb. 15:	Ovarien einer 23-jährigen Probandin.....	46
Abb. 16:	Ovar einer 30-jährigen Probandin	47
Abb. 17:	Ovarien einer 46-jährigen Probandin.....	48
Abb. 18:	Boxplot zur Darstellung der Volumina des Uterus der NMA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen.....	53
Abb. 19:	Boxplot zur Darstellung der Volumina des Uterus der MA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen.....	54
Abb. 20:	Boxplot zur Darstellung der Volumina der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen	54
Abb. 21:	Boxplot zur Darstellung Dicke der Endometriumzone in den verschiedenen Altersgruppen. - =Median, X= Mittelwert.....	57
Abb. 22:	Boxplot zur Darstellung der Junktionalzone in der NMA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen. - =Median, X= Mittelwert.....	58
Abb. 23:	Boxplot zur Darstellung der Junktionalzone in der MA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen- =Median, X= Mittelwert.....	58
Abb. 24:	Boxplot zur Darstellung Höhe des Uterus in der NMA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen.....	63
Abb. 25:	Boxplot zur Darstellung Höhe des Uterus in der MA-Gruppe in den verschiedenen Altersgruppen.....	63
Abb. 26:	Boxplot zur Darstellung des maximalen Durchmessers der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen.....	64
Abb. 27:	Normaler Uterus einer 23-jährigen Frau.....	65
Abb. 28:	Normaler Uterus einer 74-jährigen Frau.....	66
Abb. 29:	Adenomyosis uteri bei einer 39-jährigen Frau	67
Abb. 30:	Uterusmyom bei einer 47-jährigen Frau	68
Abb. 31:	Uterusmyom bei einer 52-jährigen Frau	69

9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	MRT-Protokoll zur Diagnostik des weiblichen Beckens	20
Tab. 3:	Merkmale der Ovarien in den verschiedenen Altersgruppen	33
Tab. 4:	Volumen der Ovarien und größten Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen	34
Tab. 5:	Anzahl der Follikelzysten in den verschiedenen Altersgruppen	38
Tab. 6:	Volumen der Ovarien und der größten Follikelzysten in Abhängigkeit von der Phase des Menstruationszyklus	39
Tab. 7:	Korrelation zwischen Volumen und der Breite, Länge, Höhe und maximalen Durchmesser der Ovarien und der größten Follikelzysten.....	40
Tab. 8:	Maximaler Durchmesser der Ovarien und der größten Follikelzyste in den verschiedenen Altersgruppen.....	42
Tab. 9:	Merkmale des Uterus in den verschiedenen Altersgruppen	50
Tab. 10:	Anzahl der Myome pro Uterus in den verschiedenen Altersgruppen.....	51
Tab. 11:	Volumen von Uterus und Zervix in den verschiedenen Altersgruppen.....	52
Tab. 12:	Dicke der zonalen Schichten in den verschiedenen Altersgruppen.....	56
Tab. 13:	Volumina und Dicke der Zonen in Abhängigkeit von der Zyklusphase	59
Tab. 14:	Korrelation zwischen Volumen und der Breite, Länge und Höhe des Uterus und der Zervix.....	60
Tab. 15:	Höhe des Uterus und maximaler Durchmesser der Zervix in den verschiedenen Altersgruppen.....	62

10. Anhang

10.1 Antrag an die Ethik-Kommission

Antrag an die Ethik-Kommission

der Medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen

Dr. med. Elke A.M. Hauth
Institut für Diagnostische und Interventionelle
Radiologie und Neuroradiologie

Direktor: Prof. Dr. med. M. Forsting

Universitätsklinikum Essen
Hufelandstraße 55
45147 Essen

Telefon: + 49(0) 201 723- 3578

Telefon: + 49(0) 201 723- 2077

Telefax: + 49(0) 201 723- 2077

E- Mail: elke.hauth@uni-essen.de

Essen, den 10.02.2004

1. Formale Angaben

1.1 Titel der Studie

Studie zur Definition normaler Ovarien in der Magnetresonanztomographie (MRT) in Abhängigkeit von Zyklusphase und Alter gesunder Frauen

1.2 Studienleitung und beteiligte Untersucher

Verantwortlicher Institutsdirektor:

Prof. Dr. med. Michael Forsting, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

Studienleiter:

Dr. med. Elke Hauth, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

Beteiligte Untersucher:

Frau Hanna Libera, Fachärztin für gynäkologische Radiologie und Geburtshilfe, Essen

1.3 Einverständnis des ärztlich verantwortlichen Institutsdirektors

Essen, den 10.02.04

Prof. Dr. med. Michael Forsting

1.4 Angaben darüber, ob es sich um eine lokale oder multizentrische Studie handelt

Es handelt sich um eine lokale Studie.

1.5 Angaben darüber, ob das Vorhaben bereits auswärtig begutachtet wurde

Bislang wurde das Studienprotokoll noch nicht von einer auswärtigen Ethikkommission begutachtet.

2. Inhaltliche Angaben

2.1. Hintergründe und Ziel der Studie

Das Ovarialkarzinom ist in Westeuropa und USA der dritthäufigste maligne Tumor des weiblichen Genitaltrakts [1,2]. Für den Bereich der europäischen Union geht man von 15-20 Neuerkrankungen/100.000/Jahr, entsprechend ca. 30.000-35.000 Neuerkrankungen aus. In der Rangfolge aller Karzinome der Frau liegt das Ovarialkarzinom damit an 5. Stelle der Neuerkrankungen [2]. Das mittlere Alter bei Diagnosestellung beträgt 58 Jahre. Etwa 90 % der Diagnosen werden nach dem 40. Lebensjahr gestellt. Das Ovarialkarzinom führt die Todesursachenstatistik der gynäkologischen Karzinome in der westlichen Welt an [1]. In Deutschland sterben pro etwa 7000 Frauen an einem malignen Ovarialtumor [1].

Das Ovarialkarzinom bleibt während seiner Entwicklung lange symptomarm und wird in ca. 70 % der Fälle erst im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung (III oder IV) diagnostiziert. Die 5- Jahresüberlebensrate beträgt im Stadium I 89 %, im Stadium II 57 %, im Stadium III 24 % und im Stadium IV 11 % [2].

Diese Beobachtungen führen zu dem Bedarf an Suchstrategien, um die Erkrankung in einem frühen, prognostisch und therapeutisch günstigeren Entwicklungsstadium zu erkennen und damit die Mortalität zu senken [3]:

Neben der bimanuellen gynäkologischen Untersuchung findet als primäres diagnostisches Verfahren zum Nachweis des Ovarialkarzinoms in der Regel die transvaginale Sonographie Anwendung. Sie vermag Ovarialzysten von komplexeren Tumormanifestationen zu unterscheiden. Im Nachweis des Ovarialkarzinoms erreicht die transvaginale Sonographie Sensitivitäts- und Spezifitätswerte von 82 % -100 % und 83 % -95 % [4-6]. In Frühstadien des Ovarialkarzinoms ist die Sensitivität allerdings deutlich eingeschränkt. Im Stadium I wurden bei Hochrisikopatientinnen von einer Sensitivität von 25 % und in einer Niedrigrisikogruppe von 67 % berichtet [1]. Eine Hauptursache für die geringe Sensitivität ist, dass im Frühstadium des Ovarialkarzinoms die Ovarien häufig sonomorphologisch nicht alteriert oder vergrößert sind.

Die Aussagekraft der transvaginalen Sonographie ist generell eingeschränkt bei ausgeprägter Adipositas oder Darmgasüberlagerungen. Sie gilt als untersucher-

abhängig und weist Limitationen in der Befunddokumentation auf. Einschränkungen bestehen auch in der Gewebecharakterisierung und Abgrenzbarkeit von Raumforderungen gegenüber dem umgebenden Gewebe, nicht zuletzt weil Kontrastmittel in der Regel nicht eingesetzt werden bzw. bislang noch wenig Erfahrung in der Tumorcharakterisierung mit Ultraschall- Kontrastmitteln besteht [4,7].

Die CT wird beim Staging von Ovarialkarzinomen zum Nachweis von hämatogenen, peritonealen und lymphogenen Metastasen eingesetzt.

Aufgrund des geringen Weichteilkontrastes hat die CT allerdings nur eine eingeschränkte Aussagekraft bezüglich der Charakterisierung ovarieller Raumforderungen [4]. Weitere Nachteile sind die Exposition mit ionisierender Strahlung und potentielle Risiken bei der Applikation jodhaltiger Kontrastmittel [7,8].

Als nichtionisierendes Verfahren hat die Magnetresonanztomographie (MRT) in den letzten Jahren bezüglich der Diagnostik des weiblichen Beckens zunehmend an Bedeutung gewonnen [9]. Vorteile der MRT gegenüber anderen bildgebenden Verfahren liegen im hohen Weichteilkontrast und der Möglichkeit der multiplanaren Schnittbildführung. So gelingt mit der MRT beispielsweise die Darstellung der zonalen Anatomie des Uterus und die Darstellung der Ovarien. Mit einer Sensitivität von 85 %- 95 % und einer Spezifität von 87 %- 96 % vermag die Magnetresonanztomographie (MRT) zwischen benignen und malignen ovariellen Tumoren zu unterscheiden [4,10-12]. In der Regel gelingt mit der MRT eine zuverlässige Charakterisierung benignen und malignen Tumoren von Uterus, Zervix, Vagina und Ovarien [7]. Das Staging bereits bekannter malignen Tumoren stellt bisher die eigentliche Hauptindikation der MRT dar.

Aufgrund der technischen Fortschritte der MRT in den letzten Jahren kann ein großes Potential im Rahmen der Vorsorge, insbesondere des Ovarialkarzinoms vermutet werden. Bisher wird die MRT nicht in der Früherkennung des Ovarialkarzinoms eingesetzt. Vorteile der MRT sind die fehlende Verwendung ionisierender Strahlen und potentiell nephrotoxischer Kontrastmittel, die hohe diagnostische Aussagekraft, die Unabhängigkeit vom Beurteiler, die Möglichkeit der umfassenden Beurteilung vieler Zielorgane des weiblichen Beckens und die

hohe Patientenakzeptanz. Ein Nachteil sind die bislang hohen Kosten einer MRT-Untersuchung.

In der vorliegenden Studie sollen Normwerte der Ovarien in der Magnetresonanztomographie (MRT) in Abhängigkeit von Zyklusphase und Alterstufe gesunder Frauen entwickelt werden. Es werden der maximale Durchmesser und das Volumen der Ovarien und Ovarialzysten gemessen. Zusätzlich wird die Kontrastmittelaufnahme und Morphologie der Ovarien sowie die Abgrenzbarkeit gegenüber dem umgebenden Gewebe untersucht. Es erfolgt ein Vergleich mit den Ergebnissen der transvaginalen Sonographie.

Durch die Festlegung von Normwerten in der MRT können möglicherweise in Zukunft pathologische Befunde der Ovarien zu einem früheren Zeitpunkt entdeckt werden. Möglicherweise könnten die Ergebnisse zu dem Schluss führen, dass die MRT in der Frühdiagnostik des Ovarialkarzinoms eingesetzt werden kann.

2.2 Vorgehensweise der Studie und Studienprotokoll

Anamnese, bimanuelle gynäkologische Untersuchung und die transvaginale Sonographie finden außerhalb des Universitätsklinikums in der Praxis für Gynäkologie und Geburtshilfe Frau Hanna Libera, Essen statt. Gesunde Frauen, die sich im Rahmen der Krebsvorsorgeuntersuchung in der gynäkologischen Praxis vorstellen und entsprechend untersucht werden, werden über die Möglichkeit der Studienteilnahme am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsklinikum Essen informiert. Titel, Hintergründe und Ziele der Studie werden den Frauen erläutert. Bei Zustimmung werden die Ein- und Ausschlusskriterien zu dieser Studie besprochen und ein Untersuchungstermin am Universitätsklinikum Essen festgelegt.

Am Tag der Untersuchung werden Anamnese und die Ergebnisse der klinischen Untersuchung überprüft. Es erfolgt ein Aufklärungsgespräch zur Magnetresonanztomographie des Beckens mit Darstellung der Risiken und Ausschluss von Kontraindikationen. Hierzu erhält die Probandin das zur Studie entwickelte Informationsschreiben. Bei Zustimmung zur Studie wird der Probandin die Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie und die Einverständniserklärung

zur Datenverwendung ausgehändigt. Weitere Fragen zur Studie können jeder Zeit an die zuständige Prüffärztin, Frau Dr. E. Hauth und an Frau Hanna Libera gestellt werden.

Für die Untersuchung wird die Probandin in Rückenlage in der Röhre des Magnetresonanztomographen gelagert und erhält eine Kanüle in eine Armvene zur Gabe von Kontrastmittel während der Untersuchung (0,1 mmol Gadolinium- DTPA/kg Körpergewicht). Die Dauer der Untersuchung beträgt etwa 20-25 Minuten. Während dieser Zeit hat die Probandin jeder Zeit die Möglichkeit durch einen Signalgeber in der Hand die Untersuchung abubrechen.

Es werden nachfolgende Sequenzen in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt:

1. STIR, coronar
2. T2- gewichtete FSE, transversal
3. T2- gewichtete FSE, sagittal
4. T1- gewichtete SE, transversal ohne Fettsättigung
5. T1- gewichtete SE, transversal mit Fettsättigung
6. Gradienten- Echo- Sequenzen nativ und 15 sec, 30 sec und 60 sec nach i.v. Gadoliniumgabe, transversal
7. T1- gewichtete SE nach Gadoliniumgabe mit Fettsättigung, transversal

Anmerkungen:

STIR= Short- T1- Inversion- Recovery

FSE= Fast- Spin- Echo

SE= Spin- Echo

Im Anschluss an die Untersuchung bleibt die Probandin noch etwa 30 Minuten zur Beobachtung im Institut. Es erfolgt ein abschließendes Gespräch, in dem die Ergebnisse mit der Probandin besprochen werden. Im Falle einer längeren Auswertung der Untersuchung wird die Probandin spätestens am Folgetag telefonisch über das Ergebnis ihrer Untersuchung informiert.

2.3 Dauer der Studie

Die Dauer der Studie ist auf 6 Monate begrenzt: Beginn 01.04.04 - 01.09.04.

2.4 Zahl der Probandinnen

Es werden 100 Probandinnen untersucht.

2.5 Ein- und Ausschlusskriterien sowie Kontraindikationen

2.5.1 Einschlusskriterien

- Gesunde Frauen zwischen 18 Jahren und 85 Jahren
- Zum Verständnis der Einverständniserklärung und der Aufklärung ausreichend vorhandene Deutschkenntnisse
- Körpergewicht max. 100 kg

2.5.2 Ausschlusskriterien

- Kinder
- Frauen unter 18 Jahre
- Schwangerschaft oder Stillzeit
- Voroperationen mit Entfernung des Uterus und/oder der Ovarien
- Frauen mit bekanntem oder ehemaligem Ovarialkarzinom
- Frauen mit sonstigen malignen Tumoren z.B. maligne Tumoren des weiblichen Beckens, Mammakarzinom, Lymphom, Leukämie.

2.5.3. Kontraindikationen

Alle Probandinnen, die eine MRT-Untersuchung erhalten, werden zunächst zu potentiellen Kontraindikationen bezüglich der Durchführung einer MRT befragt:

- Schwangerschaft → bei geringstem Zweifel erfolgt ein Schwangerschaftstest vor Ort
- Stillzeit
- schwere allergische Diathese
- schwere chronische oder terminale Erkrankung (wie z.B. Krebs oder Tuberkulose)
- bekannte schwere Unverträglichkeit/Überempfindlichkeit gegen Gadolinium-haltige MR- Kontrastmittel

- MR- inkompatible Stoffe im Körper (Defibrillatoren, Pacemaker, einige Herzklappen aus Metall, Stents, Cochleaimplantate, Schussverletzungen im Bereich des Auges, Schädels und der großen Gefäße)
- Unwahrscheinlichkeit, an der Untersuchung vollständig teilzunehmen aufgrund des Unvermögens, längere Zeit still und flach zu liegen
- 20 Sekunden lang den Atem anzuhalten
- Niereninsuffizienz, Speicherkrankheiten

Probandinnen, die eine der oben genannten relativen oder absoluten Kontraindikationen erfüllen, werden von der MRT-Untersuchung ausgeschlossen.

Kontrastmittel:

Gadolinium- haltige Kontrastmittel sind sehr gut verträglich. In seltenen Fällen können dennoch Nebenwirkungen auftreten (z.B. Übelkeit, Allergien).

Tritt der Notfall einer Kontrastmittelnebenwirkung auf, so werden die folgenden in der Abteilung nach DIN EN ISO 9000 zertifizierten standardisierten Maßnahmen durchgeführt:

Bei leichten Nebenwirkungen wie Rötung der Haut, Armschmerzen, Juckreiz, Erbrechen, Kopfschmerzen und milde Urtikaria ist meist keine spezielle Behandlung notwendig. Außer der Beruhigung der Probandin kann gelegentlich die orale Gabe eines Antihistaminikums, eines Sedativums oder eines milden Analgetikums notwendig sein.

Bei mittelschweren Reaktionen mit schwereren Formen der oben genannten Symptome, mäßiger Hypotonie und Bronchospasmus werden auch hier Sedativa, Antihistaminika und Hydrocortison eingesetzt.

Schwere Reaktionen treten in unter 0,01 % der Fälle auf. Hier muss eine sofortige medikamentöse Therapie intravenös mit Barbituraten, Adrenalin, Kortikoide, Aminophyllin, Vasopressoren und eventuell mit Antihistaminika erfolgen. Ein Notfallset steht griffbereit.

2.6 Vorteile durch die Studienergebnisse

Für jede einzelne Studienprobandin hat die Studienteilnahme möglicherweise keinen individuellen Nutzen. Jede einzelne Studienprobandin trägt jedoch zu dem

Gesamtergebnis der Festlegung von Normwerten und Grenzwerten normaler Ovarien bei. Jede Probandin wird in einem Aufklärungsgespräch darüber informiert.

2.7 Untersuchung an Minderjährigen

Es finden keine Untersuchungen an Minderjährigen statt.

2.8 Randomisierung und Placebo

Entfällt, da es sich nicht um eine Therapiestudie handelt.

3. Information für Probandinnen und Einverständniserklärung

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig und kann jederzeit widerrufen werden. Entwürfe des Informationsbogens und der Einwilligungserklärung sind dem Schreiben beigelegt. Zusätzlich wird die schriftliche Einwilligung zur Erhebung und Weiterverarbeitung der Daten gemäß Datenschutzgesetz eingeholt, welche ebenfalls dem Schreiben beigelegt ist.

4. Angaben zur Versicherung

Für die Probandinnen besteht eine Wegeunfallversicherung bei der Victoria-Versicherung sowie eine Betriebshaftpflichtversicherung bei der Ecclesia-Versicherung über das Universitätsklinikum Essen.

5. Unterschriften

Essen, den 10.02.04

Dr. med. Elke Hauth

Essen, den 10.02.04

Prof. Dr. med. Michael Forsting

6. Literaturverzeichnis zum Ethikantrag

1. Scharf, A., Günter, H-H., Sohn, C. (2002):
Screening auf Ovarialkarzinom.
Gynäkologe 35, 537-547.
2. Runnebaum, I.B., Mollenkopf, A., Kreienberg, R., Meerpohl, H.G. (1998):
Epidemiologische und molekulargenetische Risikofaktoren beim
Ovarialkarzinom.
Onkologe 4, 1096-1100.
3. Sparks, J.M., Varner, R.E. (1991):
Ovarian cancer screening.
Cancer 77, 787-792.
4. Rieber, A., Nüssle, K., Stohr, I., Grab, D., Fenchel, S., Kreienberg, R., Reske,
S.N., Brambs, H.J. (2001):
Preoperative diagnosis of ovarian tumors with MR imaging: Comparison with
transvaginale sonography, positron emission tomography, and histologic
findings.
Am. J. Roentgenol. 177, 123-129.
5. Jain, K.A., Freidman, D., Pettinger, T.W., Allgappan, R., Jeffrey, R.B.,
Sommer, F.G. (1993):
Adnexal masses: comparison of specificity of endovagina US and pelvi MR
imaging.
Radiology 186, 697-704.
6. Yamashita, Y., Torashima, M., Hatanaka, Y., Harada, M., Higashida, Y.,
Takahashi, M., Mizutani, H., Tashiro, H., Iwamasa, J., Miyazaki, K., et al.
(1995):
Adnexal masses: accuracy of characterization with transvaginal US and
precontrast and postcontrast MR imaging.
Radiology. 194, 557-565.

7. Higgins, C.B., Hricak, H., Helms, C.A. (1997):
Magnetic Resonance Imaging of the body. Third Edition.
New York: Lippincott- Raven Press; S. 761-814.
8. Kerr-Wilson, R.M., Shingleton, H.M., Orr, J.N. (1984):
The use of US and CT scanning in the management of the gynecologic cancer patient.
Gynecol. Oncol. 18, 54-61.
9. Hricak, H., Carrington, B.M. (1990):
MRI of the pelvis. A text atlas.
London: Martin Dunitz; S. 93-248.
10. Jain, K.A., Jeffrey, R.B. Jr. (1994):
Evaluation of pelvic masses with magnetic resonance imaging and ultrasonography.
J. Ultrasound. Med. 13, 845-453.
11. Fenchel, S., Grab, D., Nüssle, K., Kotzerke, J., Rieber, A., Kreienberg, R., Brambs, H.J., Reske, S.N. (2002):
Asymptomatic adnexal masses: correlation of FDG PET and histopathologic findings.
Radiology 223: 780- 788.
12. Kurtz, A.B., Tsimikas, J.V., Tempany, C.M., Hamper, U.M., Arger, P.H., Bree, R.L., Wechsler, R.J., Francis, I.R., Kuhlman, J.E., Siegelman, E.S., Mitchell, D.G., Silverman, S.G., Brown, D.L., Sheth, S., Coleman, B.G., Ellis, J.H., Kurman, R.J., Caudry, D.J., McNeil, B.J. (1999):
Diagnosis and staging of ovarian cancer: comparative values of doppler and conventinal US, CT and MR imaging correlated with surgery and histopathologic analysis-report of the radiology diagnostic oncology group.
Radiology 212, 19-27.

10.2 Information und Einverständniserklärungen der Probandinnen

Universitätsklinikum Essen
Anstalt des öffentlichen Rechts

**Institut für Diagnostische und
Interventionelle Radiologie
und Neuroradiologie**

Informationsschreiben für
Probandinnen

Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55, D-45122 Essen

Direktor:
Prof. Dr. med. Michael Forsting

Tel.: 0201 723 - 1539
Fax : 0201 723 - 5959

Informationsschreiben für Probandinnen

Liebe Probandin,

wir haben Sie eingeladen, an einer Probandenstudie teilzunehmen, die die Darstellung normaler Ovarien (Eierstöcke) in der Magnetresonanztomographie (MRT) in Abhängigkeit von der Zyklusphase und Alter gesunder Frauen bestimmen soll. Die zuständige Ethik-Kommission der Universität hat dieses Projekt überprüft und eine positive Beurteilung zur Durchführung dieser Studie abgegeben. Bitte lesen Sie sich dieses Informationsschreiben aufmerksam durch und fragen Sie uns, wenn Sie etwas nicht verstehen. Wenn Sie der Teilnahme an der Studie zustimmen, möchten wir Sie bitten, die Einverständniserklärung zu unterschreiben. Eine Kopie dieses Informationsschreibens und der Einverständniserklärung wird Ihnen dann ausgehändigt.

Titel der Untersuchung

Studie zur Definition normaler Ovarien in der MRT in Abhängigkeit von Zyklusphase und Alter gesunder Frauen.

Hintergrund

Hauptstudienziel ist die Ermittlung von Normwerten der Ovarien (Eierstöcke) in den verschiedenen Phasen des Menstruationszyklus und in verschiedenen Alterstufen gesunder Frauen.

Hierzu bedienen wir uns der Magnetresonanztomographie (Kernspintomographie) des Beckens. Diese Untersuchungsmethode erlaubt die Darstellung des weiblichen Beckens in verschiedenen Ebenen ohne den Einsatz von schädlichen Röntgenstrahlen. Die Bildkontraste beruhen auf den unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften der verschiedenen zu untersuchenden Gewebe. Radiowellen, die in einem Magnetfeld erzeugt werden, treffen auf Gewebe, welches Signal zurücksendet (Echosignale). Eine sehr empfindliche Antenne empfängt diese Echosignale und mit Hilfe eines Computers werden sie zu einem Bild errechnet.

In der Magnetresonanztomographie werden der maximale Durchmesser und das Volumen der Ovarien und Ovarialzysten (Zysten in den Eierstöcken) gemessen. Zusätzlich wird die Aufnahme von Kontrastmittel der Ovarien untersucht.

Durch die Festlegung der Darstellung normaler Ovarien können möglicherweise in Zukunft pathologische Befunde der Ovarien mit Hilfe der Magnetresonanztomographie zu einem früheren Zeitpunkt entdeckt werden. Im Falle des Ovarialkarzinoms könnte somit die Prognose durch eine frühzeitige Diagnosestellung verbessert werden.

Untersuchungsablauf

Für die Untersuchung werden Sie bequem in Rückenlage in der Röhre des Magnetresonanztomographen gelagert und erhalten eine Kanüle in eine Armvene zur Gabe von Kontrastmittel während der Untersuchung.

Über einen Signalgeber können Sie die Untersuchung jeder Zeit abbrechen. Die Untersuchung dauert in der Regel 20- 25 Minuten. Während der Untersuchung sollten Sie ruhig liegen bleiben und gleichmäßig atmen. Ab und zu erhalten Sie Atemkommandos und müssen dann für ca. 20 sec. die Luft anhalten.

Mögliche Risiken und Nebenwirkungen

Die Magnetresonanz-Untersuchung selbst hat keinerlei bekannte Risiken, solange die Kontraindikationen beachtet werden. Sie werden daher vor der Untersuchung zu potentiellen Kontraindikationen bezüglich der Durchführung einer MRT befragt:

- Schwangerschaft, Stillzeit
- schwere allergische Diathese
- schwere chronische oder terminale Erkrankung (wie z.B. Krebs oder Tuberkulose)
- bekannte schwere Unverträglichkeit/Überempfindlichkeit gegen Gadolinium-haltige MR- Kontrastmittel
- MR- inkompatible Stoffe im Körper (Defibrillatoren, Herzschrittmacher, einige Herzklappen aus Metall, Stents, Cochleaimplantate, Schussverletzungen im Bereich des Auges, Schädels und der großen Gefäße)
- Unwahrscheinlichkeit, an der Untersuchung vollständig teilzunehmen aufgrund des Unvermögens,
 - längere Zeit still und flach zu liegen
 - 20 Sekunden lang den Atem anzuhalten
- Niereninsuffizienz, Speicherkrankheiten

Sollten Sie eine der oben genannten relativen oder absoluten Kontraindikationen erfüllen, sehen wir zu Ihrer Sicherheit davon ab diese Untersuchung bei Ihnen durchzuführen. Bei einer möglichen Schwangerschaft können wir einen Schwangerschaftstest vor Ort durchführen.

Kontrastmittel

Gadolinium- haltige Kontrastmittel sind sehr gut verträglich. In seltenen Fällen können dennoch Nebenwirkungen auftreten (z.B. Übelkeit, Allergien).

Tritt der Notfall einer Kontrastmittelnebenwirkung auf, so werden die folgenden in der Abteilung nach DIN EN ISO 9000 zertifizierten standardisierten Maßnahmen durchgeführt:

Bei leichten Nebenwirkungen wie Rötung der Haut, Armschmerzen, Juckreiz, Erbrechen, Kopfschmerzen und milde Urtikaria ist meist keine spezielle Behandlung notwendig. Gelegentlich kann die orale Gabe eines Antihistaminikums, eines Beruhigungsmittels oder eines milden Schmerzmittels notwendig sein.

Bei mittelschweren Reaktionen mit schwereren Formen der oben genannten Symptome, Blutdruckabfall und Atembeschwerden werden auch hier Beruhigungsmittel, Antihistaminika und Hydrocortison eingesetzt.

Schwere Reaktionen treten in unter 0,01 % der Fälle auf. Hier muss eine sofortige medikamentöse Therapie intravenös mit Barbituraten, Adrenalin, Kortikoide, Aminophyllin, Vasopressoren und eventuell mit Antihistaminika erfolgen. Ein Notfallset steht griffbereit.

Die Röhre des Kernspintomographen ist 130 cm lang und hat einen Durchmesser von 60 cm. Aufgrund der relativen Enge könnten Sie möglicherweise Platzangst empfinden.

Durch sehr schnelle Veränderungen des Magnetfeldes entsteht während der Untersuchung ein recht lautes Klopferäusch. Sie bekommen von uns Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, die einen ausreichenden Gehörschutz gewährleisten (Oropax, Kopfhörer). Eine Verständigung mit dem Pflegepersonal ist dennoch jeder Zeit möglich.

Versicherung

Für jede Probandin besteht eine Wegeunfallversicherung. Die Versicherungsbestimmungen sehen vor, dass eine Gesundheitsschädigung dem Versicherer anzuzeigen ist.

In diesem Fall genügt es jedoch, wenn Sie Ihre Anzeige an den Prüfarzt richten, da dieser zur Weiterleitung verpflichtet ist.

Vertraulichkeit Ihrer persönlichen Daten

Informationen bezüglich Ihrer Teilnahme an dieser Studie sind absolut vertraulich. Wenn Sie mit einer Teilnahme an dieser klinischen Studie einverstanden sind, erhalten Sie eine Kennziffer. Damit können alle Ihre Daten im Zusammenhang mit der Studie identifiziert werden, ohne dass ein Zusammenhang zu Ihren persönlichen Daten und Ihrer Identität hergestellt werden. Ihre Identität wird in keinem Bericht bekannt gegeben. Die anonymisierten Daten könnten veröffentlicht werden. Die Verwendung beschränkt sich jedoch auf medizinische, wissenschaftliche oder Ausbildungszwecke.

Entscheidung für oder gegen eine Teilnahme und Beendigung der Studienteilnahme

Ihre Entscheidung, an dieser Studie teilzunehmen, ist völlig freiwillig. Sie können eine Teilnahme ablehnen, ohne dafür eine Begründung zu liefern. Sie können auch jederzeit grundlos ohne Nachteile für Sie aus der Studie ausscheiden.

Für den Fall, dass sich wichtige Erkenntnisse in Bezug auf Ihre Teilnahme an dieser Studie ergeben sollten, werden Sie kurzfristig informiert werden.

Weitere Fragen richten Sie bitte an Frau Dr. med. E. Hauth, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Essen unter der Rufnummer 723 3578 oder 723 2077.

Universitätsklinikum Essen
Anstalt des öffentlichen Rechts

**Institut für Diagnostische und
Interventionelle Radiologie und
Neuroradiologie**
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55, D-45122 Essen

Einverständniserklärung für
Probandinnen

Direktor:
Prof. Dr. med. Michael Forsting

Tel.: 0201 723 - 1539
Fax : 0201 723 - 5959

Einverständniserklärung zur Teilnahme

Name
Geburtsdatum
Straße, Nr.
PLZ, Ort

Frau Dr. E. Hauth und Frau H. Libera haben mir vorgeschlagen, an einer Studie zur Darstellung normaler Ovarien (Eierstöcke) in der Magnetresonanztomographie teilzunehmen. Der Titel der Studie lautet „Studie zur Definition normaler Ovarien in der MRT in Abhängigkeit von Zyklusphase und Alter gesunder Frauen“.

Ich habe folgende Informationen erhalten und verstanden: Das Studienziel, die Dauer, die angewandte Methode, den möglichen Nutzen, die Verpflichtungen und möglichen Risiken dieser Studie. Ich hatte genügend Zeit, meine Entscheidung bezüglich einer Studienteilnahme zu treffen. Ich habe auch Kenntnis genommen von der positiven Stellungnahme der zuständigen Ethik-Kommission, die dieses Projekt beurteilt hat. Ich bin darüber informiert worden, dass ich frei über eine Teilnahme oder Verweigerung entscheiden kann. Auf eigenen Wunsch kann ich jederzeit ohne Nachteile für mich aus der Studie ausscheiden. Meine Einwilligung befreit die Studienorganisatoren nicht von ihrer Verantwortung. Ich behalte mir alle meine gesetzlichen Rechtsansprüche vor. Eine Kopie des Informationsschreibens für die Probandinnen sowie der Einverständniserklärung habe ich erhalten.

Die mich betreffenden persönlichen Angaben werden streng vertraulich behandelt.
Ich kann von Frau Dr. Hauth unter der Rufnummer 723 3578 oder 723 2077
jederzeit zusätzliche Informationen verlangen.

Ich habe die Informationen über die Studie erhalten und verstanden. Meine
Fragen sind sämtlich beantwortet worden und ich stimme der Teilnahme an dieser
Studie zu.

Essen, den

Unterschrift der Probandin

Einverständniserklärung zur Datenverwendung

Name
Geburtsdatum
Straße, Nr.
PLZ, Ort

Im Rahmen der Probandenstudie „Studie zur Definition normaler Ovarien in der MRT in Abhängigkeit von Zyklusphase und Alter gesunder Frauen“ werden meine Daten einschließlich der Daten über Alter und Gewicht anonymisiert (ohne Namensnennung) aufgezeichnet und zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung des Forschungsvorhabens den Durchführenden der Studie zur Verfügung gestellt. Alle an der Studie beteiligten Personen haben sich in einer schriftlichen Erklärung zum Stillschweigen verpflichtet und unterliegen auch der Verschwiegenheitsverpflichtung nach § 40 Bundesdatenschutzgesetz. Sie dürfen meine Daten nur in anonymisierter Form weitergeben und keine Kopien oder Abschriften von meinen Unterlagen herstellen. Im Falle von wissenschaftlichen Ergebnis-Veröffentlichungen des Forschungsvorhabens bleibt die Vertraulichkeit meiner persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet. Die Beachtung des Bundesdatenschutzgesetzes ist in vollem Umfange sichergestellt.

Den Inhalt der vorliegenden Einverständniserklärung habe ich verstanden, mit der vorstehend geschilderten Vorgehensweise bin ich einverstanden.

Essen, den

Unterschrift der Probandin.....

11. Danksagung

Mein herzlicher Dank richtet sich an Herrn Prof. Dr. med. M. Forsting für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Des Weiteren möchte ich mich bei Frau Dr. med. E. Hauth bedanken für die umfangreiche Unterstützung bei der Durchführung dieser Dissertation und für die Motivation beim Schreiben dieser Arbeit.

Auch meinem Mann Leszek sowie meinen Töchtern Malgosia und Marysia danke ich für die geduldige Begleitung bei der Entstehung dieser Arbeit.

12. Lebenslauf

Personalien

Name: Hanna Zofia Libera, geb. Marcinek
Geburts/datum/ort: 02.03.1958: Poznan (Posen) / Polen
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet, 2 Kinder

Schulischer Werdegang

1964-1972 Grundschule
1972-1976 Allgemeinbildendes Lyzeum bis zum Abitur

Studium

1976-1980 Polnische Philologie
1980 Übersiedlung nach Deutschland
1982-1983 Studium Chemie an der Uni GHS Essen
1983-1991 Studium Medizin an der Uni GHS Essen
Mai 1991 Abschluss des Studiums mit dem III Staatsexamen

Beruflicher Werdegang

1991 AIP in der gynäkologischen Abteilung des Elisabeth Krankenhauses in Essen (Direktor Prof.Dr.med.E.Boquoi)
1993 - 1995 Assistenzärztin in der oben genannten Abteilung
1995 -1998 Funktionsoberärztin in der oben genannten Abteilung
August 1996 Facharztprüfung als Ärztin für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
1998 - 2004 Oberärztin in der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe im Elisabeth Krankenhaus in Essen (Direktor Prof.Dr.med.St.Niesert)
01.04.2004 Niederlassung als Fachärztin für Frauenheilkunde und Geburtshilfe – Essen